Das populäre Magazin für Astronomie und Raumfahrt

Spektrum DER WISSENSCHAFT

ASTRONOMIE HEUTE

SKY & TELESCOPE DEUTSCHE AUSGABE

WWW.ASTRONOMIE-HEUTE.DE

September
9 / 2006
€ 6,50 / sFr 12,50

45 JAHRE RAUMFAHRT

TEIL 1 Die Anfänge – Juri Gagarin und Alan Shepard

60463

EXOTISCHE QUARKSTERNE
Noch kompakter als Neutronensterne

JUPITERS NEUER ROTER FLECK
Zweiter gigantischer Wirbelsturm aufgetaucht

DUETTE AM SOMMERHIMMEL
Die schönsten Doppelsterne für Ihr Teleskop

09
4 196046 306506

Oliver Dreissigacker
Redaktionsleiter

Dem Himmel so nah

Liebe Leserinnen und Leser, diese Überschrift zielt nicht auf unser Titelthema ab – dort geht es um das Wettrennen der Supermächte, als Erste einen Menschen mit einer Rakete in den Weltraum zu befördern. Vielmehr möchte ich Ihnen ein Werk der Redaktion ein wenig genauer vorstellen: den »Himmel 2007«.

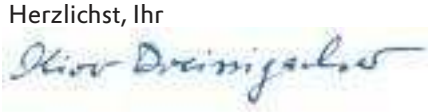
Vielleicht sind Ihnen schon die Anzeigen in den letzten Ausgaben von ASTRONOMIE HEUTE aufgefallen – jetzt endlich ist es so weit und das Buch ist im Handel. Wenn Sie sich bisher mit den Beobachtungstipps der Rubriken Sterntafel, Planetarium, Feldstechertipp und Deep Sky gut aufgehoben fühlten, werden Sie sich fragen, wozu Sie noch ein Jahrbuch brauchen. Nun, zwei der stärksten Argumente möchte ich hier anführen.

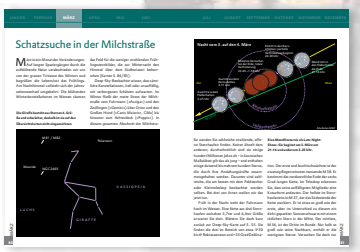
Erstens, der Himmel hat DIN-A5-Format und ist daher ein kompakter Begleiter, der bequem ins Handschuhfach Ihres »Teleskop-Transporters« passt. Dabei enthält er viele Beobachtungstipps und reichlich Kartenmaterial, sodass Sie allein damit für unzählige Nächte bestens gerüstet sind.

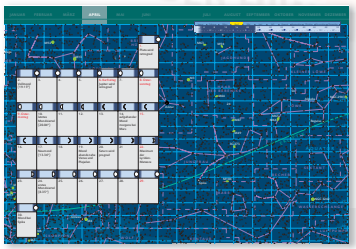
Zweitens, er enthält Etliches, das wir speziell für das Jahrbuch neu entwickelt haben, zum Beispiel den Kalender mit Mondphasen und den wichtigsten Ereignissen im monatlichen Überblick oder die detaillierten Deep-Sky-Karten und Diagramme der Umläufe der Jupiter- und Saturnmonde.

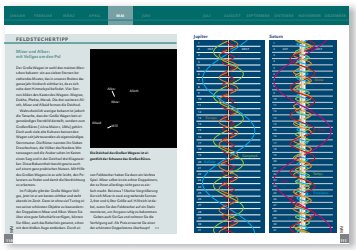
All das in der gewohnten AH-Optik und bereichert um Tipps zum Beobachten mit dem Feldstecher oder zum Kauf Ihres ersten »richtigen« Fernrohrs. Selbstverständlich fehlen auch nicht die elementaren Grundlagen der Astronomie. Der Himmel ist somit auch das ideale Jahrbuch für Einsteiger oder einfach für jene, die sich auf das Wesentliche konzentrieren wollen – eben das, was am Himmel alles zu sehen ist!

Herzlichst, Ihr









Alt Bewährtes und neu Entwickeltes in vertrautem Gewand – Beispielseiten aus den Monatsübersichten des »Himmel 2007«

INHALT

WISSEN

Astro News 8
Karte des Andromedanebels, Plutos Monde, Lahmer Neutronenstern u. a.

▶ **Gibt es Quarksterne?** 12
Manche Sternleichen könnten eine unbekannte Materieform enthalten

▶ **Erste Schritte ins All** 18
Juri Gagarin und Alan Shepard verließen als erste Menschen die Erde

Sterne und Wolken 26
Wie sich Himmelsbeobachter auf das Wetter einstellen können

▶ **Auch Sterne sind nicht gern allein** 32
Die schönsten Doppelsterne

BEOBACHTUNG

▶ **Highlight** 38
Bei der Erforschung von Jupiters zweitem rotem Fleck unterstützen Amateure die Profis

Planetarium 40
Die Planeten überlassen der Cygnus-Sternwolke die Geisterstunde

Sterntafel 42
Der mitternächtliche Sternhimmel in der Übersicht

Feldstechertipp 44
M 24 – Tunnelblick auf die Kleine Schützenwolke

Leserreisen 45
Mit ASTRONOMIE HEUTE-Reiseleiter Joachim Biefang zu den Großsternwarten nach Chile

Deep Sky 46
Dunkelwolken rund um den Wildentenhaufen im Schild

Schauplatz Mond 48
Verborgene Lavagänge

SZENE

Nachgeschaut 51
Reizvolle Sternmuster verbergen sich überall am Himmel

Die auf der Titelseite angekündigten Themen sind mit ▲ gekennzeichnet

NASA / ESA / U. CALIFORNIA, I. DE PATER & M. WONG

38

Roter Fleck junior Die Geschichte von Jupiters neuem Riesensturm

Zerquetschte Materie

Im Innern von Neutronensternen könnten so ungeheure Drücke herrschen, dass selbst die Neutronen zermalmt werden – zu einer Suppe aus elementaren Quarks

12

NASA / ESA

Doppelsterne

Mit einem guten Teleskop können Sie aus großer Entfernung zwei Centstücke trennen, mit einem besseren selbst die beiden Erbsen. Welche Sternpaare kann Ihr Fernrohr am Himmel auflösen?

32

AH

26

Und nun das Wetter

Worüber ärgern sich Sternfreunde am häufigsten? Wohl über die Witterung. Lesen Sie, wie Sie zwischen Sturmtiefs und Kaltfronten doch noch das eine oder andere Himmelsobjekt erhaschen

NIGHT SKY, ALAN DYER & C. M. UTTER

NASA

TITEL 18

45 Jahre Raumfahrt

Anfang der 1960er Jahre wetteiferten die Supermächte darum, wer zuerst einen Menschen ins All bringt. Die Platzierung war eine Überraschung

TIPPS

Astrofotografie 56
Ein Camcorder ist das ideale Gerät zur Planetenfotografie

AH-Junior 62
Was die Sonne alles kann

Glanzlichter 66
Mit einfachen Mitteln

Hochglanz 69
Wie Sie das Optimum aus Planetenaufnahmen herauskitzeln

Screenshot 70
Ein realistisches Heimplanetarium

Neuheiten 74
Zubehör für jeden Geldbeutel

Bücher 76

TV & Events 78

3 Editorial • 6 Leserbriefe • 7 Leser fragen – Experten antworten • 80 Preisrätsel • 81 Astromarkt • 82 Vorschau / Impressum

Titel: Juri Gagarin gelangte an Bord seiner Wostok-Kapsel nicht nur in die Erdumlaufbahn, sondern ging auch ein in die Annalen der Geschichte – als erster Mensch im Weltraum
DPA

ESA

Trotz ehrgeiziger Raumfahrtpläne wird unser Nachbarplanet Mars wohl noch eine Weile von wissenschaftlich motiviertem Humantourismus verschont bleiben.

Viel Glück!

»Leben wie auf dem Mars«, AH 6/2006, S. 18 und »Neue Allianzen – alle wollen ins All«, AH 6/2006, S. 24

Für die amerikanische Marsmission sehe ich schwarz. Wenn die es schaffen, mit einem Notebook zwanzig Zentimeter große Flammen zu erzeugen ... Drücken wir den neuen Allianzen die Daumen. Ein schöner Übersichtsartikel!

Klaus Teutenberg, La Giettaz, Frankreich

Falsches Licht

»Streulicht«, AH 7-8/2006, S. 82

Sie schreiben, Quecksilberdampflampen wären günstiger und besser als Natriumdampflampen – andere behaupten genau das Gegenteil. Welcher Typ ist besser für Natur und Astronomie?

Klaus Sperling, Neu -Isenburg

Antwort der Redaktion:
Durch einen Dreher von »statt« und »Natriumdampflampe« hat sich der Sinn des Satzes umgekehrt. In der Tat sind Natriumdampflampen günstiger.

Astroprogramme für Kinder

Seit Oktober 2005 beziehe ich Ihre Zeitschrift als Abonnent und finde sie hervorragend. Nachdem ich nach vielen Jahren wieder in das Hobby Astronomie eingestiegen bin, habe ich mit ASTRONOMIE HEUTE neben Fachliteratur und PC-Programmen einen aktuellen, kompetenten und zuverlässigen Begleiter gefunden, der mir den Einstieg auch in neue Themen wie zum Beispiel Exoplaneten oder Raumfahrtentwicklung ermöglicht hat.

Ich bin kein Lehrer, leite aber ehrenamtlich eine Arbeitsgemeinschaft »Einführung in die Astronomie« an einer Grundschule für die 4. Klasse. Ganz ausgezeichnet finde ich die Rubrik AH-Junior mit Sonja und Lunic. Hier bekam ich bereits einige schöne Anregungen wie beispielsweise die Mondphasenschachtel oder die Beobachtung von Sonnenflecken.

Ich habe diverse Astronomie-Freewareprogramme getestet. Aktuell verwende ich allerdings kommerzielle Programme wie Redshift 5.1 und Virtual Sky, da mir diese persönlich mehr zusagen als zum Beispiel Cartes du Ciel oder Hello Northern Sky.

Vor Kurzem habe ich ein Freewareprogramm, Das Planetarium 1900–2100 V 2.1, gefunden, welches meines Wissens in Ihrer Zeitschrift bisher noch nicht rezensiert wurde. Von seiner Leistung bin ich ziemlich beeindruckt. Das Hauptprogramm bietet viele interessante Zusatzprogramme wie etwa »3D Sonne-Erde-Mond«, »3D Sonnensystem«, »Erde 3D«, »Libration Mond«, »Messier Sternkarte« oder »Open Satellite«.

Für meine Arbeitsgemeinschaft in der Grundschule war ich lange auf der Suche nach einem Freewareprogramm, das die Schüler und Schülerinnen auch zu Hause benutzen können. Es sollte einfach zu bedienen, überschaubar, nicht überladen und in deutscher Sprache sein. Bekannte Programme wie Cartes du Ciel oder HNSKY kommen auf Grund ihrer hohen Komplexität für diese Altersgruppe nicht in Frage.

Mit Stellarium 0.8.1 bin ich jetzt fündig geworden. Hier wird ein natürlicher Horizont mit Wiese und Bäumen dargestellt. Dies erleichtert den Kindern die Orientierung und Umsetzung am Sternhimmel erheblich. Die Planeten und einige wichtige Deep-Sky-Objekte können herangezoomt werden. Auch können die Sternbilder in künstlerischer Darstellung angezeigt werden.

Matthias Voß, Groß Grönau

Antwort der Redaktion:
Die von Ihnen erwähnte freie Software ist uns zum Teil bekannt. Spätestens 2007 kommen dann »Screenshots«.

Kosmische Baedecker

»Der Tag, an dem die Erde stillsteht« AH 5/2006, S. 24

In dem Artikel ist zu lesen, dass in Sciencefictionfilmen die Erde in kosmischen Reiseführern als sehenswerte Attraktion bezeichnet wird. Leider ist dies in dem Film »Per Anhalter durch die Galaxis« nicht so. In dem gleichnamigen Reiseführer steht unter »Erde« nur »uninterressant«. Dies wurde später nach jahrelanger Recherchearbeit in »absolut uninterressant« geändert.

Auch wenn diese Vorstellung nicht gerade erbaulich ist, wäre sie mir immer noch lieber als eine Erdbeschreibung wie »Planet mit primitiven kriegssüchtigen Primaten – Abstand halten!«.

Christian Weßling, Münster

Briefe an die Redaktion …

… sind willkommen!

Schreiben Sie an:
ASTRONOMIE HEUTE
Postfach 10 48 40
D-69038 Heidelberg
Fax: 06221 9126-769
E-Mail: redaktion@astronomie-heute.de

Wir behalten uns vor, Leserbriefe gekürzt zu veröffentlichen.

»Leser fragen – Experten antworten«

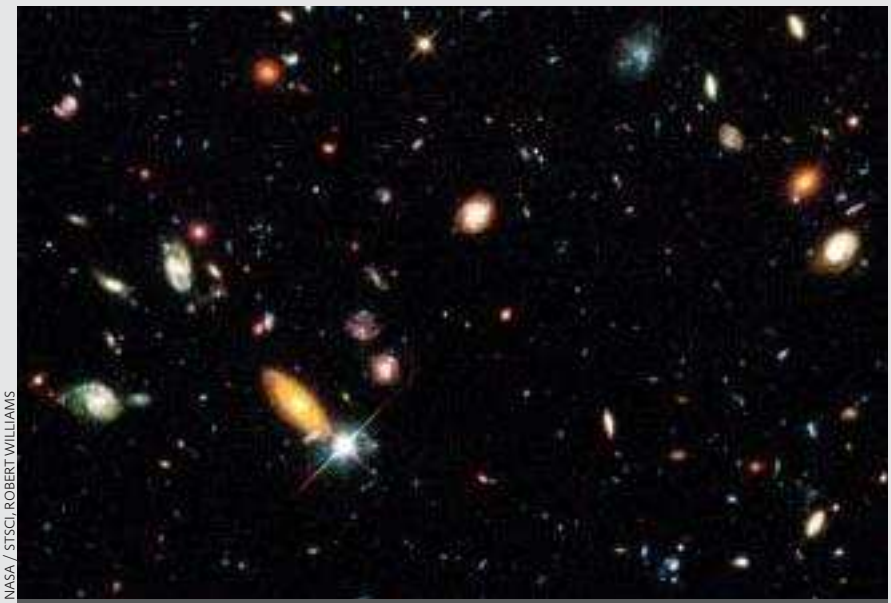
Das Weltall dehnt sich mit steigender Geschwindigkeit kontinuierlich aus. Woher kommt die Energie für diese Beschleunigung? Bernhard Kösters, per E-Mail

Schon 1929 entdeckte Edwin Hubble, dass ferne Galaxien eine umso größere Rotverschiebung aufweisen, je weiter sie von uns entfernt sind. Dies wird im Rahmen der Allgemeinen Relativitätstheorie als Expansion des Kosmos gedeutet. Heutige Beobachtungen sind wesentlich genauer und zeigen sogar eine beschleunigte Ausdehnung. Diese wird mit dem Vorhandensein von Dunkler Energie erklärt. Das weiter bestehende große Problem ist jedoch, dass bis heute niemand weiß, was die Dunkle Energie wirklich ist.

Während sich das Universum tatsächlich beschleunigt ausdehnt, ist allerdings das Missverständnis weit verbreitet, dass sich entfernte Galaxien von uns wegbewegen. Beobachtet wird eine mit der Entfernung zunehmende Rotverschiebung. Während Rot- und Blauverschiebungen des Spektrums von Sternen oder nahen Galaxien tatsächlich durch ihre Eigenbewegungen verursacht werden, ist es bei der kosmologischen Rotverschiebung anders: Die Lichtwellen von fernen Galaxien werden auf ihrem langen Weg zur Erde genauso gedehnt wie die Abstände zwischen den Galaxien. Dadurch erscheinen sie bei ihrer Ankunft rot verschoben (trotz nicht bewegter Galaxien). Für nahe Sternsysteme oder auch innerhalb von Galaxien spielt die kosmologische Rotverschiebung keine Rolle. Denn diese Objekte sind durch die Schwerkraft gebunden und können daher nicht expandieren.

So ungewöhnlich es uns auch erscheinen mag: Eine Änderung der Entfernung muss nichts mit einer echten Bewegung zu tun haben. Wenn der Lichtstrahl einer Taschenlampe über eine Wand streicht, ändert sich die Position des hellen Flecks. Das Licht bewegt sich aber trotzdem nicht von links nach rechts, sondern geradeaus auf die Wand zu. Damit löst sich auch das Problem, wo die Energie für die immer schnellere Bewegung der Galaxien her kommt: Es gibt keine Bewegung, nur der Raum expandiert. **>> Volker Gaibler**

Der Autor untersucht weit entfernte Galaxien an der Landessternwarte Heidelberg.



NASA / STSCI, ROBERT WILLIAMS

Die Dunkle Energie macht sich im Licht weit entfernter Galaxien bemerkbar.

Senden Sie uns Ihre Fragen zu Astronomie und Raumfahrt! Wir bitten Experten um kompetente Antworten und stellen die interessantesten Beiträge vor.

VdS

Vereinigung der Sternfreunde e.V.

Deutschlands größter Astronomieverein!

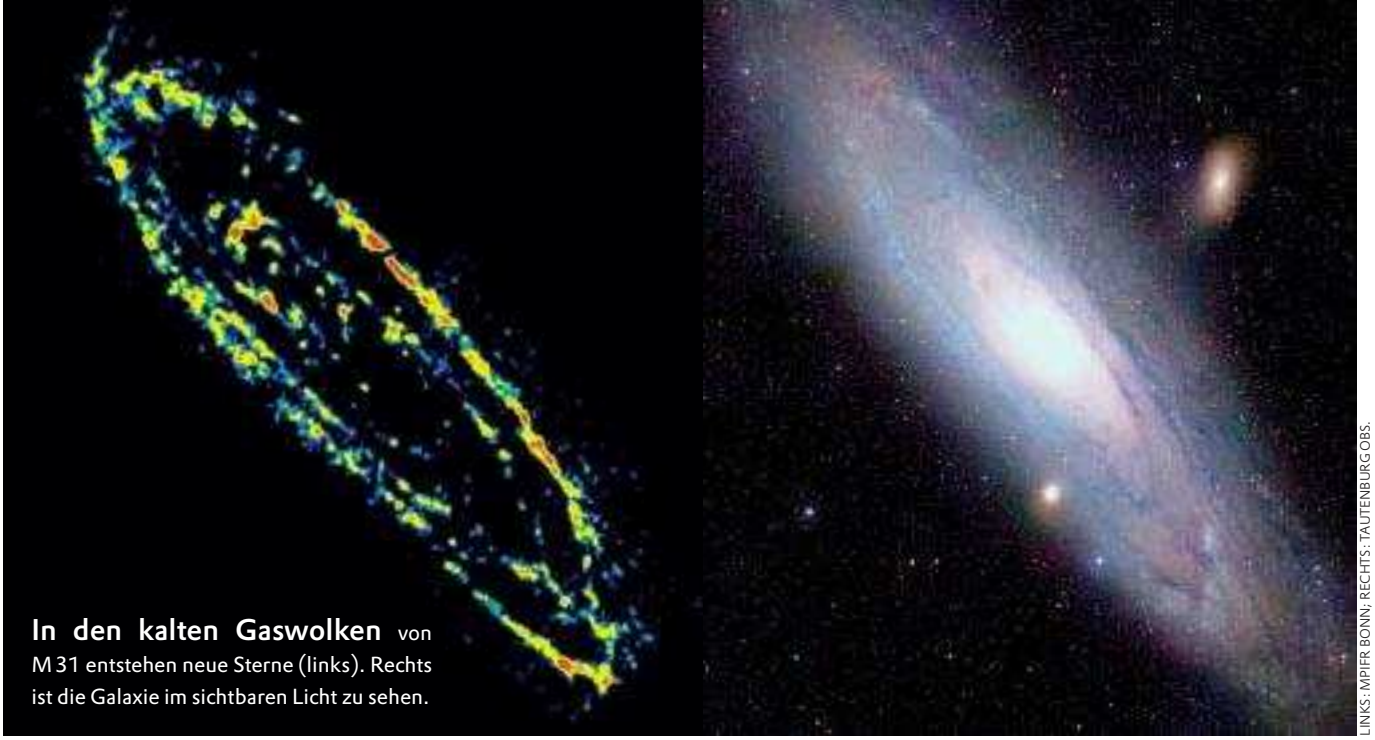
★ Über 4000 Mitglieder!
★ Mitgliederzeitschrift „VdS-Journal für Astronomie“, 3x pro Jahr mit mehr als 420 Seiten praktischer Astronomie
★ Kostenlose Beratung und Betreuung von Mitgliedern
★ 20 Fachgruppen, die Sie beraten
★ VdS-Sternwarte Kirchheim e.V.
★ Jugendlager und Exkursionen
★ Rabatte bei Abonnements für „Sterne und Weltraum“ und „Astronomie Heute“
★ Aktuelle Informationen auf unserer Website: www.vds-astro.de
★ Jahresbeitrag nur 30,- EUR, 20.-EUR ermässigter Beitrag

Werden Sie Mitglied!

Fordern Sie kostenloses Infomaterial an:

Vereinigung der Sternfreunde e.V.
Geschäftsstelle · Am Tonwerk 6
D-64646 Heppenheim
Fax: 0 62 52 / 78 72 20
info@vds-astro.de

www.vds-astro.de



In den kalten Gaswolken von M 31 entstehen neue Sterne (links). Rechts ist die Galaxie im sichtbaren Licht zu sehen.

LINKS: MPIFR BONN; RECHTS: TAUTENBURG OBS.

STERNENTSTEHUNG

Kartierung des Andromedanebels

Rund 800 Stunden verbrachten die Forscher am Submillimeter-Teleskop auf dem 2970 Meter hohen Pico Veleta bei Granada, bis sie aus den Daten eine Karte der Andromeda-Galaxie erstellen konnten. Dabei ging es ihnen vor allem um die Bewegungen kalter Gaswolken, denn in ihnen entstehen neue Sterne.

Die Temperaturen dieser Gase liegen unter minus 220 Grad Celsius. Sie bestehen aus molekularem Wasserstoff und zum geringen Teil aus Kohlenmonoxid. Aus der Dopplerverschiebung von dessen Spektrallinie (linkes Bild) konnten die Astronomen des Institut de Radioastronomie Millimétrique (Iram) in Grenoble und des Bonner Max-Planck-Instituts für Radioastronomie (MPIfR) die Bewegungen der Wolken berechnen.

Dabei zeigte sich, dass sich ein Teil mit rund 500 Kilometer pro Sekunde auf uns zu bewegt, während sich ein anderer Teil aber mit nur 100 Kilometer pro Sekunde von uns entfernt. Der Unterschied beider Geschwindigkeiten ergibt sich aus dem Umstand, dass die Galaxie in unsere Richtung zieht. Dabei rotieren die Gaswolken weiter innen schneller als die weiter außen gelegenen. Die Überlagerung aller Bewegungen ergibt die beobachteten Geschwindigkeiten.

Das Sternsystem mit der Katalognummer M 31 in der Andromeda besteht wie das Milchstraßensystem aus einigen hundert Milliarden Sternen. M 31 ist der nächste Nachbar unserer Galaxis und liegt etwa 2,5 Millionen Lichtjahre von uns entfernt. <<

NORTHROP GRUMMAN SPACE TECHNOLOGY

Dreißig Meter im Durchmesser misst der Kunststoffschirm. Er soll 40 000 Kilometer vor einem Weltraumteleskop im All schweben und das Licht ferner Sterne ausblenden.

WELTRAUMTELESKOPE

Sonnenschirm im All

Einen ersten Erfolg kann Webster Cash schon genießen: Die Nasa unterstützt ihn mit 400 000 Dollar. Seit Jahren beobachtet der Astronom von der University of Colorado in Boulder, wie sich Kollegen bei der Jagd nach extrasolaren Planeten abmühen – und will ihnen nun die Arbeit erleichtern. Dazu hat Cash einen etwa dreißig Meter großen Sonnenschirm entwickelt, der einem im All befindlichen Teleskop als Blende dienen soll – und zwar, indem er das Licht ferner, hell strahlender Sterne abdeckt. Nur dann können etwaige Planeten in deren Umfeld sichtbar werden.

Damit das funktioniert, muss der Schirm etwa 40 000 Kilometer vor dem Weltraumteleskop stationiert werden. Cash will ihn von einem kleinen Raumschiff dorthin bringen lassen.

Ihre sternartige Form hat die Blende, weil sich dadurch Beugungserscheinungen am Rand des Schirms kompensieren lassen. Cash glaubt, dass sich auf diese Weise sogar Kontinente oder Ozeane ferner Planeten erkennen lassen. Der Forscher hofft, seinen Sonnenschirm mit dem James Webb Space Telescope ins All zu schicken. Es soll im Jahr 2013 das Weltraumteleskop Hubble ablösen. <<

PLUTO

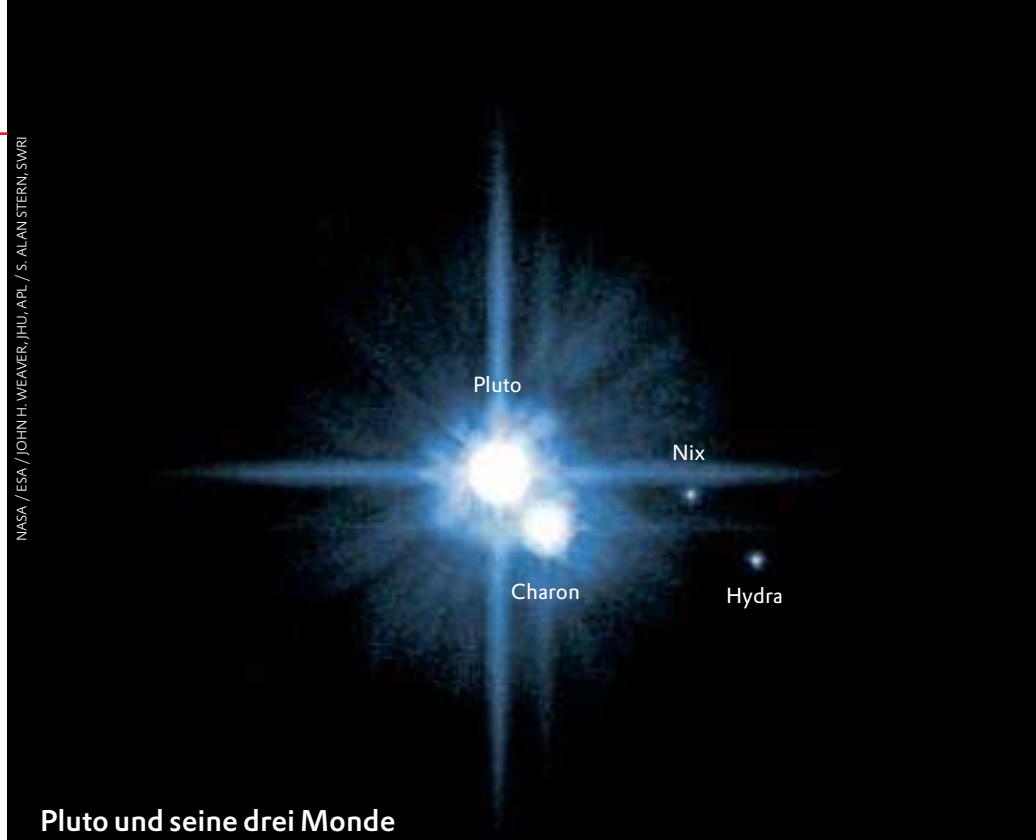
Sie heißen Nix und Hydra

Die im vergangenen Jahr entdeckten zwei Monde des Pluto haben jetzt endlich Namen. Die bisher mit S/2005 P1 und S/2005 P2 bezeichneten Trabanten heißen offiziell Hydra und Nix. Damit folgte die Internationale Astronomische Union (IAU) den Vorschlägen der Entdecker um Harold Weaver und Andrew Steffl vom Southwest Research Institute (SwRI) in Boulder.

Hydra (S/2005 P1) wurde nach der neunköpfige Wasserschlange aus dem Sumpf von Lerna benannt, die der griechischen Sage nach von Herakles getötet wurde. Nix (S/2005 P2) trägt hingegen den Namen der Mutter von Charon, der als Fährmann die Toten in das Reich des Hades brachte.

Über die Monde selbst ist nur wenig bekannt. Vermutlich sind sie nur 30 bis 160 Kilometer groß. Interessant ist, dass Hydra und Nix für einen Umlauf um Pluto mit 24,9 und 38,2 Tagen vier- beziehungsweise sechsmal so lange benötigen wie der 1200 Kilometer große Charon. Da zudem alle drei Monde in derselben Ebene und in dieselbe Richtung um Pluto kreisen, gehen Forscher davon aus, dass sie bei einer Kollision mit einem anderen Himmelskörper entstanden. Dagegen spricht einzig, dass Nix und Hydra ihre Bahnen weit entfernt von Charon ziehen.

Computersimulationen von William Ward und Robin Canup vom SwRI haben jetzt aber gezeigt, dass die Bahnen der kleinen Monde offenbar mit der von Charon gekoppelt sind. Demnach wurden Hydra und Nix langfristig durch das Schwerefeld Charons auf ihre Umlaufbahnen gedrängt. <<



NASA / ESA / JOHN H. WEAVER, JHU, APL / S. ALAN STERN, SWRI

Pluto und seine drei Monde
Die Bahnen der neu entdeckten Monde Nix und Hydra liegen so weit außen, weil sie vom Schwerefeld Charons beeinflusst werden.

PRIVATE RAUMFAHRT

Raumschiff zum Aufblasen

Der erste Schritt zu einer Raumstation für Touristen im All ist getan. Seit Juli kreist Genesis I um die Erde, ein etwa drei mal neun Meter großes Modell eines aufblasbaren Raumschiffs. Den Bewohnern – einigen dutzend Küchenschaben und Motten – geht es gut. Auf der Webseite www.bigelowaerospace.com sind Bilder der mitgeführten Webcams zu sehen.

Beim Start war der Ballon nur etwa halb so groß. Erst in 500 Kilometer Höhe wurde er, ferngesteuert von der Erde, zu seinem ganzen Volumen aufgepumpt. Außerdem entfalteten sich Sonnensegel, die Strom liefern und im Innern eine wohlige Temperatur von 26 Grad Celsius sicherstellen. Genesis I soll fünf Jahre lang um die Erde kreisen.

Mit seinem aufblasbaren Raumschiff greift der amerikanische Multimillionär Robert Bigelow eine Technik auf, die von der Nasa für eine Marsmission entwickelt wurde. Bis 2015 will er aus mehreren, dreimal so großen Genesis-Modulen eine private Weltraumstation errichten.

An der Finanzierung soll sich jedermann beteiligen können. So wird man laut Bigelow beispielsweise für ein paar hundert Dollar persönliche Gegenstände ins All schicken können. Außerdem soll die Station als Hotel genutzt werden.

Da es noch kein geeignetes Transportmittel für Passagiere gibt, verspricht Bigelow demjenigen, der bis 2010 ein Raumschiff entwickelt, das fünf Insassen in eine Höhe von 400 Kilometer befördern kann, fünfzig Millionen Dollar. <<

Genesis I ist ein Modell dreimal so großer, gleichfalls aufblasbarer Module. Sie sollen bis 2015 zur ersten privaten Raumstation zusammengebaut werden.

BIGELOW AEROSPACE

BEMANNTE RAUMFAHRT

Interview mit Ernst Messerschmid

Der deutsche Astronaut Ernst Messerschmid nahm 1985 an der Spacelab-D1-Mission teil, die auch der letzte erfolgreiche Start des Spaceshuttles Challenger war. Er leitete bis 2004 das Europäische Astronautenausbildungszentrum der Esa in Köln-Porz und lehrt an der Universität Stuttgart.

ASTRONOMIE HEUTE: Herr Professor Messerschmid, der Shuttlestart von Thomas Reiter wurde bis zum erfolgreichen Lift-off zweimal abgebrochen. Wie fühlt sich ein Astronaut dabei?

Ernst Messerschmid: Das ist ganz verschieden: Wenn rechtzeitig bekannt ist, dass es kritisch werden könnte, nimmt man das leichter als zum Beispiel 1993 bei den D2-Astronauten. Damals liefen ja schon die Haupttriebwerke. Bei Thomas Reiter lag es am Wetter, und da war klar, dass es zu einem Abbruch kommen konnte. Für die Astronauten ist es wahrscheinlich weniger schlimm als für die Familie. Man ist richtig erleichtert, wenn es losgeht.

AH: Das Wetter hat ja schon öfter den Start verhindert – woran liegt das?

Messerschmid: Der Shuttle kann bei starker Bewölkung nicht starten. Auch Gewitter sind problematisch wegen der Entladungen, die zu einem Ausfall der Computer führen können. Außerdem zählt nicht nur das Wetter in unmittelbarer Nachbarschaft, sondern bis in über fünfzig Kilometer Entfernung. Der Shuttle muss beim Ausfall von ein oder zwei Triebwerken in der Lage sein, wieder zurückzufliegen und in Cape Kennedy zu landen. Für dieses Notmanöver, das Gott sei Dank noch nie geflogen werden musste, brauchen wir gute Sichtbedingungen für einen visuellen Landeanflug.

AH: Sind Alternativen zum Shuttle geplant, und kann die ISS überhaupt noch fertig gestellt werden?

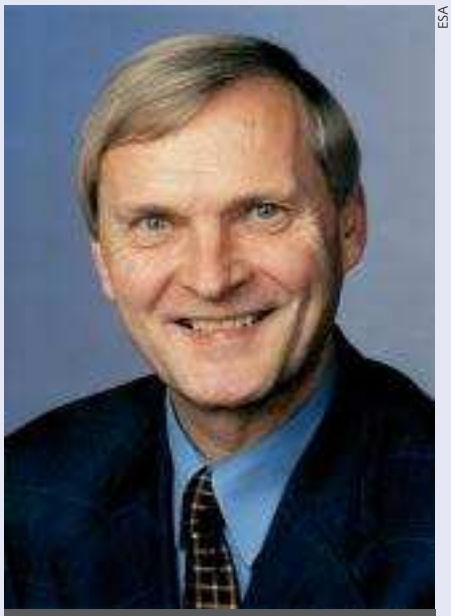
Messerschmid: Es ist ja schon beschlossene Sache, dass die Shuttleflotte nach 2010 nicht mehr fliegt. Die drei verbliebenen Raumfähren werden noch maximal 18-mal starten, wenn keine größeren Probleme auftreten. Eine Alternative zum Shuttle wäre das geplante Crew Exploration Vehicle (CEV), das jedoch hauptsächlich den Anforderungen für Mondflüge entspricht. Es soll aber auch mit sechs Astronauten zur ISS fliegen können. Ohne Shuttle lässt sich die Station nur sehr mühselig weiter ausbauen. Das europäische Forschungsmodul Columbus kann zum Beispiel nicht mit anderen Raketen gestartet werden. Die russischen Module passen dagegen auch auf die Proton-Rakete. Aber selbst wenn die ISS nicht voll ausgebaut wird: Wichtig ist, dass sie funktioniert, genügend Solargeneratoren hat und für längere Zeit Lebenserhaltungs- und Unterbringungsmöglichkeiten für sechs Astronauten bietet. Dafür ist sie jetzt deutlich zu klein.

AH: Welche Arbeiten hat Thomas Reiter auf der ISS zu bewältigen?

Messerschmid: Seine Hauptaufgabe ist die des dritten Astronauten, der eigentlich ein Russe sein sollte – wir haben Roskosmos diesen Sitz abgekauft. Das ist ein Vorgriff auf das, was uns zusteht, wenn Columbus angedockt ist und wir volle Partner sind. Dann bekommt die Esa Plätze entsprechend ihrem Anteil von zehn Prozent. Bei sechs Astronauten auf der ISS entspricht das einem Langzeitflug alle zwei Jahre. Der nächste Esa-Vertreter wird der Ersatzmann von Thomas Reiter sein, Léopold Eyharts. Reiter wird zwischen Ingenieur, Hausmeister und Elektronikexperte alle Aufgaben des dritten Astronauten verrichten. Zum Teil wird er auch Versuche durchführen.

AH: Was ist für Sie das Wichtigste an dieser Mission?

Messerschmid: Dass wir wieder sichtbar zugegen sind, mit dem Herz und der Seele der Raumfahrt: dem Astronauten vor Ort, der zeigt, dass wir bei der Nutzung der Raumstation für Forschung und Technologieentwicklung auf gleicher Augenhöhe mit den anderen Partnern sind. Europa hat sich als verlässlicher Partner gezeigt und ist allen Aufgaben nachgekommen, obwohl es Probleme gab. Erforschung und Nutzung des Weltraums ist keine Angelegenheit von Wochen oder Jahren. Sie eröffnet langfristige Perspektiven für diejenigen, die den Mut dazu besitzen und es auch in der Politik durchstehen, und die genügend Atem haben, um auch mit Rückschlägen zurechtzukommen. Das sind die Pioniere, die wir heute brauchen, um weiter zu forschen und zu erkunden, weit weg von der Erde. Hier liegen für mich die Schwerpunkte dieser Mission. Mit unserem Anteil sind wir nicht die Allerwichtigsten, aber die Wichtigsten hinsichtlich der Qualität der Nutzung. Wie gesagt: In der Forschung in der Schwerelosigkeit und in der Entwicklung neuer Technologien sind wir trotz unseres relativ bescheidenen Anteils den Partnern ebenbürtig. Ich hoffe auch, dass wir eines Tages – vielleicht in bilateraler Zusammenarbeit mit den Russen – ein eigenes Transportfahrzeug entwickeln, das dann auf der Sojus-Rakete fliegt, die ja bald auch von Kourou aus startet, oder auf der Ariane 5. Das ist nicht primär eine Frage des Geldes, sondern eine des Willens. Der Mensch im Weltraum wird für lange Zeit, wahrscheinlich für immer, als Wissenschaftler, als Forscher und als authentische Person nicht verzichtbar oder ersetzbar sein. <<



ESA

Prof. Dr. Ernst Messerschmid

Das Interview führte **Alexander Kerste**.

NEUTRONENSTERNE

Warum so lahm?

Wenn sich ein Neutronenstern in jeder Sekunde 600-mal um die eigene Achse dreht, wundert sich niemand. Wenn er für eine Umdrehung ganze sieben Stunden braucht, schon. Warum der rund 10000 Lichtjahre von der Erde entfernte 1E161348-5055 so langsam ist, darüber können die Forscher um Andrea De Luca vom Istituto Nazionale di Astrofisica in Mailand nur spekulieren. Der Stern, der vor gerade einmal 2000 Jahren als Rest einer Supernova übrig blieb, ist wie normale Neutronensterne auch nur ein paar dutzend Kilometer groß. Doch normalerweise dauert es viele Millionen Jahre, bis sich die Rotation eines solchen Sternrests derart verringert hat.

De Luca kann sich indes vorstellen, dass 1E161348-5055 inmitten seiner eigenen, von der Supernova abgestoßenen Gas- und Staubwolke heftig abgebremst wurde. Möglich ist aber auch, räumt der Astronom ein, dass ihm und seinen Kollegen bei den Beobachtungen mit XMM-Newton ein Fehler unterlaufen ist – und sie nicht erkannten, dass der Neutronenstern einen unbekannten Begleiter hat. Dann hätten sie nicht die Drehung des einen Sterns gemessen, sondern die Zeit, mit der sich beide umkreisen. <<

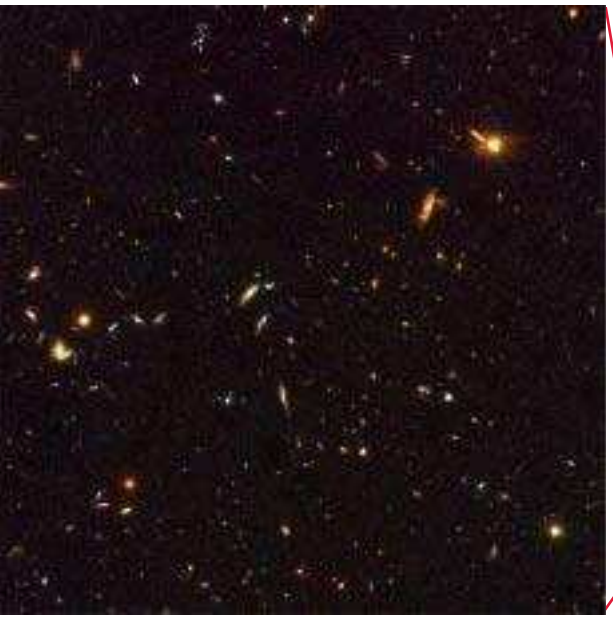
UNIVERSUM

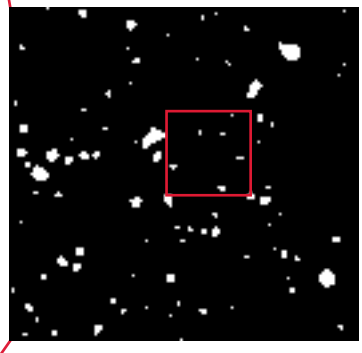
Rätselhafte Urgaswolke

Sie heißen Blobs und sind groß wie Galaxien: rätselhafte Konzentrationen von Materie aus dem noch jungen Universum. Jetzt haben Astronomen um Kim Nilsson von der Københavns Universitet eine solche Urgaswolke in zwölf Milliarden Lichtjahren Entfernung entdeckt.

Im Gegensatz zu anderen bislang entdeckten Blobs strahlt dieser lediglich im Spektralbereich angeregten Wasserstoffs (Lyman Alpha). Anteile von Röntgen- oder Infrarotstrahlung fanden sich nicht. Nilsson und ihre Mitarbeiter spekulieren daher, dass es sich dabei um eine Ansammlung Dunkler Materie handeln könnte, in deren Umfeld sich normale Materie konzentriert. Dabei würde Energie in Form der Lyman-Alpha-Strahlung freigesetzt.

Die Forscher hatten das Objekt, das mit einem Durchmesser von rund 200000 Lichtjahren doppelt so groß ist wie das Milchstraßensystem, mit dem Very Large Telescope (VLT) der Europäischen Südsternwarte in Chile entdeckt. <<





LINKS: NASA / ESA; RECHTS: ESO

Auf dem Bild des Hubble Space Telescope ist der Blob unsichtbar (links). Er strahlt nur im Bereich angeregten Wasserstoffs (Rahmen unten).

Gibt es Quarksterne?

Neutronensterne sind Orte, an denen sich die Extreme vereinigen. Nun zeigt sich: In ihrem Innern könnte es noch wesentlich seltsamer zugehen als bisher angenommen. **>> Markus Thoma**

Quarks – die meisten haben diesen Begriff wohl schon mal irgendwo gehört oder gelesen. Etliche wissen damit jedoch nichts Genaues anzufangen. Auf jeden Fall sind keine Kuhmilchprodukte gemeint. Wenn Physiker von »Quarks« sprechen, dann haben sie extrem kleine Teilchen im Sinn, fundamentale Bausteine der Materie.

Der Begriff stammt aus dem Jahr 1964. Damals zeigten die theoretischen Physiker Murray Gell-Mann und George Zweig, dass Protonen und Neutronen – die winzigen Bausteine der Atomkerne – aus noch kleineren Einheiten zusammengesetzt sind. Gell-Mann, der für seine Theorie 1969 den Nobelpreis erhielt, nannte diese Einheiten »Quarks«, wobei er sich an ein Gedicht des irischen Schriftstellers James Joyce anlehnte, das die Zeile »Three quarks for Muster Mark« enthält. Die Bedeutung des Begriffs »quark« ist hier nicht ganz klar, vermutlich hat Joyce das Wort »quart« (ein Viertelliter Bier) des Klangs wegen zu »quark« geändert. Es könnte sich aber auch um eine Anspielung auf das Wort »squawk« (sinngemäß »Krächzer«) handeln, das im Dialekt als »quawk« gesprochen wird.

Ein weiterer berühmter Physiker der 1960er Jahre war Richard Feynman, damals am California Institute of Technology. Feynman, der für seinen Humor bekannt war, schlug für die neu entdeckten Teilchen den Namen »Parton« vor – in Anspielung auf die Countrysängerin Dolly Parton. Noch heute verwenden einige Physiker diesen Begriff.

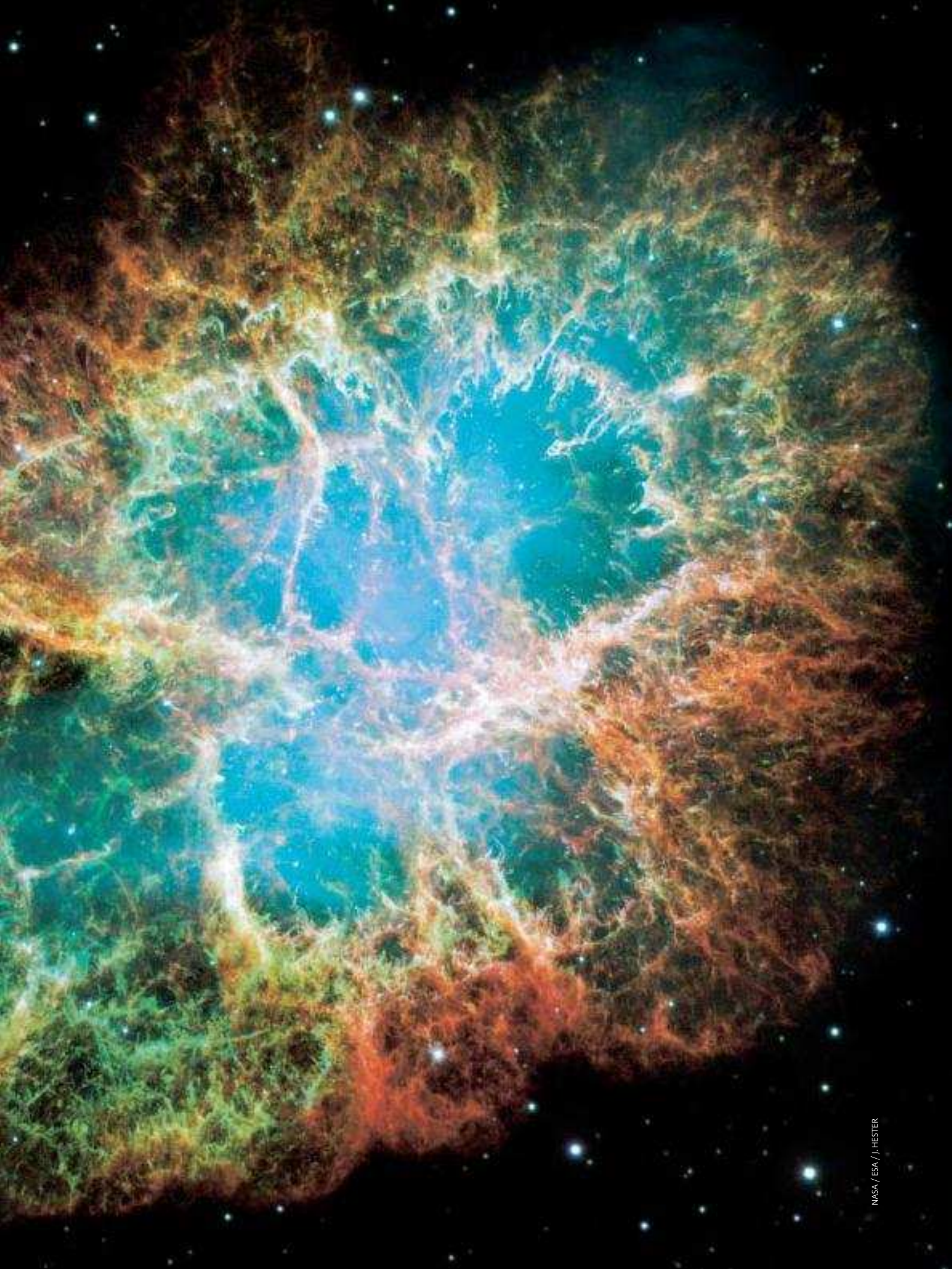
Ende der 1960er Jahre gelang es erstmals, Quarks in Teilchenbeschleuniger-Experimenten nachzuweisen. Die heutige Physik kennt sechs verschiedene Arten von Quarks, die sich durch ihre Masse, ihre elektrische Ladung und ihren Isospin (eine Art Drehimpuls) voneinander unterscheiden. Sie können sich nicht nur zu Protonen und Neutronen zusammenlagern, sondern auch zu anderen Teilchen, etwa den Pionen, die in Kernreaktionen auftreten. Nach allem, was wir wissen, treten Quarks nicht als freie Teilchen in Erscheinung, sondern arrangieren sich stets zu größeren Paketen wie den Protonen, wobei sie von anderen Teilchen, den Gluonen, zusammengehalten werden (glue, englisch für Klebstoff).

Allerdings spekulierten einige Forscher schon vor fast vierzig Jahren, dass Quarks als freie Teilchen – also in Form von »Quarkmaterie« – in Neutronensternen vorkommen könnten. Warum ausgerechnet dort? Um das zu beantworten, müssen wir uns zunächst mit der Physik dieser Objekte befassen.

Kugeln, die es in sich haben

Neutronensterne sind Überbleibsel von Supernovae, gewaltigen Explosionen, bei denen die Hülle eines alten Sterns, der seinen Energievorrat verbraucht hat, weggesprengt wird. Damit es zur Supernova kommt, muss der Stern mindestens >

Der Krebsnebel im Stier ist die ehemalige Hülle eines Sterns, der vor tausend Jahren in einer Supernova unterging. In seiner Mitte rotiert ein Neutronenstern – oder ein Quarkstern?



NASA / ESA / J. HESTER

ESA

XMM-Newton, ein Röntgensatellit der Esa, ist seit 1999 im All. Er dient auch zur Untersuchung von Neutronensternen. Gut erkennbar: die Teleskopöffnungen auf seiner Vorderseite.

> fünf Sonnenmassen besitzen. Der Kern des Gestirns, der etwa ein bis zwei Sonnenmassen wiegt, stürzt bei der Explosion in sich zusammen und schrumpft zu einem kugelförmigen Gebilde mit zwanzig bis dreißig Kilometer Durchmesser. Es setzt sich aus extrem dicht gepackten Neutronen zusammen und hat eine Dichte, die 300 Billionen Mal höher ist als die von Wasser. Ein einziger Teelöffel dieses Neutronen-Konzentrats brächte etwa 300 Millionen Tonnen auf die Waage!

Die Anziehungskraft dieser Sternleichen ist derart groß, dass ein landendes Raumschiff mitsamt Besatzung sich sofort gleichmäßig auf der Oberfläche verteilen würde – in einer 0,0000001 Millimeter dicken Schicht. Die größten Berge auf ihnen sind nicht höher als ein Millimeter. Ein solcher Neutronenstern ähnelt in vielerlei Hinsicht einem monströsen Atomkern.

Physiker sagten die Existenz von Neutronensternen schon sehr früh voraus. Bereits kurz nach der Entdeckung des Neutrons im Jahr 1932 gab es die ersten Hypothesen dazu. Der Physiker und »Vater der Atombombe«, Robert Oppenheimer, entwickelte zusammen mit Kollegen 1939 die theoretischen Grundlagen zur Beschreibung dieser Gebilde. Dabei mussten die Forscher von Albert Einsteins Allgemeiner Relativitätstheorie ausgehen. Oppenheimer und seine Kollegen gelangten zu der Tolman-Oppenheimer-Volkoff-Gleichung, die den Aufbau von Neutronensternen beschreibt. Aus ihr lässt sich ableiten, bei welcher Masse der Neutronenstern welchen Radius besitzt. Je nachdem, welche Art der Wechselwirkung man zwischen den Neutronen annimmt, ergeben sich unterschiedliche Kurven. Alle Modelle sagen aber voraus, dass es keine Neutronensterne mit mehr als etwa zwei Sonnenmassen gibt. In der Tat besitzen die meisten, die wir kennen, etwa 1,4 Sonnenmassen.

Morsezeichen aus dem All?

Im Jahr 1967 gab es eine kleine Sensation: Die britischen Radioastronomen Jocelyn Bell und Antony Hewish entdeckten mit ihrem Radioteleskop in Cambridge eine Radioquelle am Himmel, die regelmäßige, kurze Impulse sendete (AH 6/2004, S. 18). Konnte es sich um intelligentes Leben handeln, das kosmische Botschaften ausstrahlte? Bell und Hewish nannten ihre pulsierende Radioquelle »Little Green Man One« (kleines grünes Männchen Eins).

Schon bald entdeckten andere Astronomen noch mehr derartige Radioquellen. Es dauerte nicht lange, bis man ihr Verhalten auf »natürliche Weise« erklären konnte – ohne also anzunehmen, dass außerirdisches Leben dahinter steckt. Die Radiopulse, so die Theorie, werden von schnell rotierenden Neutronensternen verursacht, die ein gigantisches Magnetfeld besitzen. Die von ihnen ausgehenden Radiowellen können dem Feld nur entlang der Magnetfeldachse entkommen. Da bei Neutronensternen meist, genau wie bei der Erde, die Achse des Magnetfelds nicht mit der Rotationsachse übereinstimmt, wirbelt die Magnetfeldachse ständig im Kreis herum und mit ihr der Strahlungskegel der Radiowellen. Ein kosmischer Leuchtturm entsteht. Wenn sein Strahlungskegel zufällig über uns hinwegstreicht, erscheint er uns als eine Folge ständig wiederkehrender Radiopulse – der Grund dafür, warum die Forscher solche Objekte Pulsare genannt haben.

Neutronensterne rotieren angesichts ihres Durchmessers von einigen zehn Kilometern beängstigend schnell: Für eine Umdrehung benötigen einige von ihnen nur wenige tausendstel Sekunden. Dies und der Umstand, dass sie extrem starke Magnetfelder aufweisen – bis zu hundert Billionen Mal stärker als das Erdmagnetfeld – erklärt sich aus dem Kollaps des sterbenden Sterns. Bei einer Supernova schrumpft der Kern des ehemaligen Gestirns auf ein Hunderttausendstel seiner Größe. Dabei erhöht sich seine Umdrehungsgeschwindigkeit drastisch, weil der Drehimpuls erhalten bleiben muss – genau wie bei einer Eiskunstläuferin, die

durch Anziehen ihrer Arme immer schneller um ihre Achse wirbelt. Ähnliches gilt für das Magnetfeld: Die Energie des ursprünglichen Felds kann nicht einfach verschwinden. Da mit dem Kern des ehemaligen Sterns auch das Feld schrumpft, muss es stärker werden.

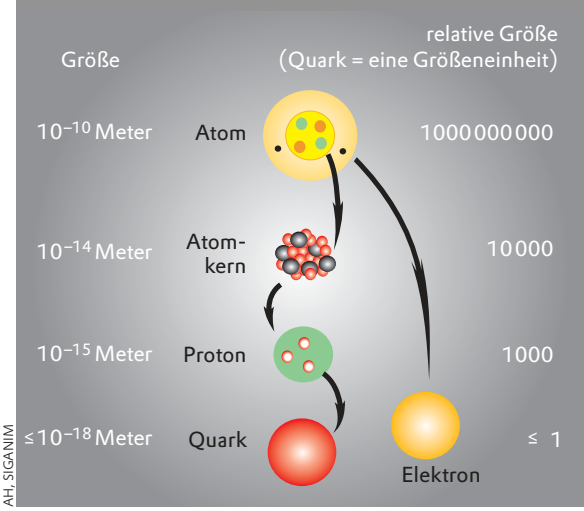
Ein Stern am Mittagshimmel

Der vermutlich berühmteste Pulsar befindet sich im Krebsnebel im Sternbild Stier (Foto S. 12/13). Dort ereignete sich im Jahr 1054 eine Supernova, die von der Erde aus sogar tagsüber zu sehen war. Die Chinesen und andere Völker haben sie in ihren historischen Aufzeichnungen erwähnt. Während die auseinander stiebende Hülle des ursprünglichen Sterns dem heutigen Krebsnebel entspricht, befindet sich in seinem Zentrum der übrig gebliebene Pulsar, der mit seiner Strahlung den Nebel zum Leuchten anregt. Seine Umdrehungszeit beträgt 33 tausendstel Sekunden. Er sendet nicht nur Radiowellen aus, sondern auch sichtbares Licht und Röntgenstrahlung.

Kommen wir nun zurück zu den Quarks. Wieso sollten Neutronensterne aus Quarkmaterie bestehen? Weil in ihrem Innern extreme Verhältnisse herrschen. Unsere Modelle besagen, dass die Dichte dort bis zu zehnmal höher ist als in einem Atomkern. Wenn dem wirklich so sein sollte, dann würden sich die Neutronen quasi auflösen – so, als zerquetschte man einen Sack Apfelsinen zu Orangensaft. Statt einzelner Neutronen läge dann eine Suppe aus Quarks vor, die Quarkmaterie. Sie stellt einen eigenen Materiezustand dar – neben fest, flüssig, gasförmig und dem Plasmazustand, wie er in heißen Sternen vorliegt.

Im frühen Universum, wenige millionstel Sekunden nach dem Urknall, herrschte eine ähnlich große Dichte wie in Neutronensternen, aber bei viel höheren Temperaturen. Das heißt, anfangs bestand das Universum wahrscheinlich aus Quarkmaterie. Kernphysiker versuchen diesen Zustand derzeit im Labor nachzustellen. Mit Hilfe der Teilchenbeschleuniger »Relativistic Heavy Ion Collider« (Brookhaven, New York) und »Large Hadron Collider« (Genf, Foto S. 16 oben) schießen sie Atomkerne mit hohen Energien aufeinander. Bei der Kollision verdichten sich die Kerne so stark, dass sie vermutlich für sehr kurze Zeit – etwa 10^{-23} Sekunden lang – einen heißen Feuerball aus Quarkmaterie bilden. Hinweise darauf, dass dies tatsächlich passiert, haben die Physiker bereits gefunden.

Es gibt aber noch einen zweiten Grund, warum Neutronensterne in Wirklichkeit Quarksterne sein könnten. Der Physiker Edward Witten aus Princeton stellte die These auf, eine bestimmte Form der Quarkmaterie, die »seltsame Quarkmaterie«, könne die stabilste Materieform im Universum darstellen. Dabei handelt es sich um ein Gemisch aus drei verschiedenen Quarksorten, den so genannten up-, down- und strange-Quarks (englisch für oben, unten und seltsam). Aus den ersten beiden Sorten setzen sich Protonen und Neutronen zusammen. Strange-Quarks kommen hingegen in anderen Elementarteilchen, den Hyperonen, vor. >



Quarks sind mindestens hundert Millionen Mal kleiner als Atome. Bilden drei von ihnen ein Proton oder Neutron, ist dieses tausendmal größer als sie.

Fundamental und federleicht: Quarks im Porträt

Quarks sind neben Elektronen und Neutrinos die kleinsten bekannten Bausteine der Materie. Aus ihnen bestehen unter anderem die Protonen und Neutronen in den Atomkernen. Sie kommen in sechs verschiedenen Sorten vor: up-, down-, strange-, charm-, bottom- und top-Quarks. Aus den leichten up- und down-Quarks (sie wiegen einige 10^{-27} Gramm) setzen sich die Protonen und Neutronen zusammen. Die schwereren strange-, charm-, bottom- und top-Quarks treten nur in instabilen, kurzlebigen Teilchen auf, etwa in der kosmischen Höhenstrahlung oder bei Beschleunigerexperimenten. Das schwerste Quark, das top-Quark, das ungefähr 50 000-mal mehr auf die Waage bringt als seine up- und down-Brüder, wurde erst vor einigen Jahren in einem Beschleunigerexperiment entdeckt.

Alle Quarks haben den Spin, also den Eigendrehimpuls, ½ (in Einheiten der planckschen Konstante). Sie besitzen eine elektrische Ladung, die einem Drittel oder zwei Dritteln der Elementarladung entspricht; das Vorzeichen ist von der Sorte abhängig.

Weil geteilte Elementarladungen noch nie nachgewiesen werden konnten, glauben die Physiker, dass Quarks nicht frei vorkommen, sondern stets zu Paketen zusammengeschlossen sind. Zum Beispiel bilden zwei up-Quarks und ein down-Quark ein Proton, das die Ladung plus eins besitzt; zwei down-Quarks und ein up-Quark bilden ein Neutron mit der Ladung null.

Dieser Zusammenschluss kommt durch Wechselwirkungen zwischen den Quarks zu Stande, die wiederum von anderen Teilchen vermittelt werden. Zum Beispiel stoßen sich zwei negativ geladene Elektronen durch den Austausch von Photonen ab. Quarks tauschen nicht nur Photonen, sondern auch Gluonen aus, die sie zu Paketen zusammenkleben.

Eigenschaften von Quarks

Quarksorte	Ladung (in Einheiten der Elementarladung)	Masse (in 10^{-30} kg)
up	$+2/3$	≈ 5
down	$-1/3$	≈ 10
strange	$-1/3$	≈ 200
charm	$+2/3$	≈ 2200
bottom	$-1/3$	≈ 7600
top	$+2/3$	≈ 315 000

CERN

Der Large Hadron Collider, ein riesiger Teilchenbeschleuniger bei Genf (Schweiz), hat einen Umfang von 27 Kilometern. Für das Wartungspersonal empfehlen sich daher schnelle Fortbewegungsmittel.

> Wittens Überlegungen ergaben, dass seltsame Quarkmaterie noch stabiler sein könnte als Eisen, das beständigste Element im Universum. Ob dem freilich so ist, hängt von der Wechselwirkung zwischen den Quarks ab, über die man bislang wenig weiß. Wenn Witten Recht hat, dann könnte während eines energiereichen Prozesses – etwa einer Supernova – anstelle eines Neutronensterns ein Gebilde entstehen, das vollständig aus seltsamer Quarkmaterie bestünde.

Der Untergang der Erde

Vor ein paar Jahren geisterten beunruhigende Schlagzeilen durch die Presse: Bei den Experimenten im Teilchenbeschleuniger »Relativistic Heavy Ion Collider«, hieß es dort, könnten winzige Tröpfchen seltsamer Quarkmaterie entstehen. Falls sie stabiler als die umgebende Materie wären, könnten sie wie Kondensationskeime wirken, die die gesamte Materie der Umgebung in seltsame Quarkmaterie umwandeln. Es entstünde eine Kettenreaktion, bei der die Erde binnen kürzester Zeit zu einer hundert Meter großen Kugel schrumpfen würde.

Abschätzungen ergaben aber, dass eine solche Katastrophe extrem unwahrscheinlich ist. Andernfalls dürfte zum Beispiel der Mond nicht mehr existieren: Unter dem Dauerbeschuss mit hochenergetischer kosmischer Strahlung, dem er ausgesetzt ist, hätte er sich nämlich sonst schon längst in seltsame Quarkmaterie verwandelt haben müssen.

Neutronensterne könnten einen Kern aus Quarkmaterie aufweisen, der von einem Mantel aus Neutronenmaterie umgeben ist – wir sprechen dann von Hybridsternen –, oder vollständig aus strange-Quarks zusammengesetzt sein. Wie lässt sich das feststellen? Dazu gibt es mehrere Vorschläge, von denen ich nur die zwei meistversprechenden erwähnen möchte.

Zum einen ergaben Rechnungen des Physikers Fridolin Weber (San Diego State University, USA), dass Sternleichen, die für eine vollständige Umdrehung weniger als eine tausendstel Sekunde benötigen, nicht aus Neutronen bestehen können. Bei den auftretenden enormen Fliehkräften würden sie nämlich sonst auseinander fliegen. Quarkmaterie hingegen ist stabiler und kann noch wesentlich höhere Umdrehungsgeschwindigkeiten vertragen. Der schnellste bisher bekannte Pulsar, PSR J1748-2446ad, dreht sich einmal in anderthalb tausendstel Sekunden um sich selbst und könnte somit theoretisch noch aus Neutronen bestehen.

Zum anderen müssen Neutronensterne einen bestimmten Mindestdurchmesser besitzen – etwa fünfzehn Kilometer. Für Quarksterne trifft das wahrscheinlich nicht zu. Aus Berechnungen, die mein Doktorand Klaus Schertler und ich an der Universität Gießen zusammen durchgeführt haben, geht hervor: Seltsame Quarksterne haben bei gleicher Masse einen kleineren Durchmesser als Hybridsterne. Letztere wiederum sind im Durchschnitt dreißig Prozent kleiner als reine Neutronensterne. Der Grund hierfür liegt darin, dass Quarkmaterie höher komprimiert ist als dicht gepackte Neutronen.

Wie können wir aber den Durchmesser eines Neutronen- oder Quarksterns bestimmen? Ein dreihundert Lichtjahre entfernter Neutronenstern hat von der Erde aus gesehen einen scheinbaren Durchmesser, der kleiner als die Breite eines Haares ist, das auf der Mondoberfläche liegt. Eine direkte Messung des Durchmessers gelingt daher selbst mit den größten Teleskopen nicht!

Zum Glück hilft uns die Physik weiter. Heiße Objekte geben nämlich elektromagnetische Strahlung ab, deren Intensität durch die Größe der Oberfläche bestimmt wird: Je größer ein Objekt, umso stärker strahlt es. Außerdem rich-

James Joyce (1882–1941) war ein bedeutender irischer Schriftsteller. Sein Roman »Finnegan's Wake« gilt als Namensgeber für die Quarks. Vermutlich ist das Wort eine Abwandlung von »quart« (¼ Liter Bier).

Aus urheberrechtlichen Gründen können wir Ihnen die Bilder leider nicht online zeigen.

tet sich die Wellenlänge der Strahlung nach der Temperatur des Objekts – je wärmer, desto kurzwelliger. Heiße Neutronensterne haben an ihrer Oberfläche eine Temperatur zwischen 500 000 und 1 000 000 Grad Celsius und senden vorwiegend harte Röntgenstrahlung mit kleinen Wellenlängen aus. Daher erscheinen sie im Röntgenlicht sehr hell, während sie im Bereich des sichtbaren Lichts gerade noch mit den größten Teleskopen zu sehen sind. Wenn wir die Intensität der Röntgenstrahlung eines Neutronensterns ermitteln, können wir daraus seine Größe abschätzen – vorausgesetzt, wir kennen seine Entfernung.

Zu früh gefreut

1992 entdeckte der Satellit Rosat mit Hilfe seines Röntgenteleskops den Neutronenstern RXJ1856. Später nahmen die Satelliten Chandra von der Nasa und XMM-Newton von der Esa (Foto S. 14) das Objekt genauer unter die Lupe. Dabei zeigte sich, dass die Röntgenstrahlung des Neutronensterns einzig und allein von seiner heißen Oberfläche stammt. Dies erlaubt es, seine Röntgenintensität direkt in Beziehung zu seiner Größe zu setzen. 1997 gelang es, das extrem schwach leuchtende Gebilde (26. Größe) mit dem Weltraumteleskop Hubble zu erspähen und seine Entfernung zu bestimmen – schätzungsweise 380 Lichtjahre. Aus der gemessenen Röntgenintensität sowie der Entfernung ergab sich ein Durchmesser von nur neun Kilometern. Der erste Quarkstern schien gefunden!

Es tauchten aber bald Zweifel an dieser Interpretation auf. Inzwischen war es nämlich gelungen, das Spektrum des Neutronensterns im Bereich des sichtbaren Lichts zu messen – und es widersprach vorangegangenen Messungen. Im sichtbaren Licht erschien der Stern nur halb so heiß, wie es sein Röntgenspektrum vermuten ließ. Wie das?

Zeigte sich im Röntgenlicht vielleicht ein besonders leuchtstarker Fleck auf RXJ1856? Das war in der Tat möglich, da Neutronensterne manchmal heiße Polkappen besitzen. XMM-Newton konnte voriges Jahr erstmals solche heißen Flecken (hot spots) auf drei Pulsaren beobachten. Sie resultieren vermutlich daher, dass an den magnetischen Polen besonders viel Materie auf die Sternoberfläche trifft und sie dort aufheizt. Der Effekt könnte jenem bei der Entstehung irdischer Polarlichter ähneln, wo geladene Teilchen entlang den Magnetfeldlinien zu den Polen fliegen, dort auf die Atmosphäre treffen und sie zum Leuchten anregen. Andere Astrophysiker glauben, dass die Wärme aus dem Innern des Neutronensterns vor allem entlang den Magnetfeldlinien nach außen fließt und die Polkappen von innen heizt.

Angenommen, das sichtbare Licht von RXJ1856 käme vom gesamten Stern, die Röntgenstrahlung dagegen nur von einer heißen Polkappe. Dann muss der Stern einen deutlich größeren Durchmesser besitzen als neun Kilometer, um die beobachtete Strahlungsmenge erklären zu können. Zudem ergaben neuere Messungen eine etwas größere Distanz des Neutronensterns von zirka 450 Lichtjahren, wodurch wir seinen Durchmesser weiter nach oben korrigieren müssen. Alles in allem sprechen die Messungen nun dafür, dass RXJ1856 etwa 34 Kilometer misst. Ein Objekt dieses Ausmaßes kann ohne Weiteres ein Neutronenstern sein und erfordert zur Erklärung keine exotische Quarkmaterie.

Werden wir eines Tages vielleicht doch noch einen Quarkstern finden? Zunächst einmal müssen wir weitere heiße Sternleichen entdecken und ihre Spektren genauer analysieren. Dabei könnten der Satellit eRosita, der 2009 starten soll, sowie das Esa-Projekt Xeus, von dem bislang nur Pläne vorliegen, helfen. Xeus ist besonders ehrgeizig, denn es soll aus zwei Satelliten bestehen, die in einem festen Abstand durchs All fliegen. Der vordere Teil dient als Linse für das Röntgenlicht, der hintere als eine Art Kamera. Die Mission könnte 2015 starten.

Außerdem brauchen wir genauere Entfernungsmessungen an Neutronensternen, vielleicht mit einem Nachfolger des Weltraumteleskops Hubble. Und schließlich benötigen wir ein besseres Verständnis von Neutronensternoberflächen mit extrem starken Magnetfeldern, um die gemessenen Spektren besser interpretieren zu können. Eines spannenden Tages werden wir den ersten Quarkstern entdecken – vorausgesetzt, dass solche Objekte existieren. <<

Markus Thoma ist leitender Projektwissenschaftler am Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik in Garching. Er betreut Plasmaexperimente auf der Internationalen Raumstation.

Große Auswahl, kompetente Beratung, guter Service!

Aber damit geht es bei uns erst los! Bevor wir zu einem bestimmten Kauf raten, wollen wir sicher sein, Ihnen auch wirklich das Optimum des Verfügbaren in Bezug auf Ihre Bedürfnisse, Größe, Transportabilität, Qualität und Preis aus der Vielzahl der Marktanbieter herausgesucht zu haben. Wir stellen auf Wunsch das Instrument nicht nur auf, sondern wir weisen ein, beraten beim Zubehör, geben Ihnen Beobachtungstipps, ja wir beobachten auf Wunsch sogar mit Ihnen, um Ihnen den Einstieg in Ihr neues Hobby so angenehm und so einfach wie nur möglich zu machen.

NEU: 20x80 Groß-Fernglas mit Panorama-Montierung und Stativ - **nur € 975,00**

Sehr gute Qualität!

Und wenn's denn eine eigene Sternwarte sein soll, haben wir auch die passenden Beobachtungs-Kuppeln dazu. Von 2,3m über 3,2m bis 4m als preisgünstige Standardmaße und darüberhinaus als Sonderanfertigung bieten wir unsere Kuppeln nun bereits seit vielen Jahren in Europa an. GFK (glasfaserverstärkter Kunststoff) als aus dem Bootsbau bekanntes und bewährtes Material bietet sich für Kuppeln ideal an. Unsere GFK Astro-Kuppeln

sind mehrteilige, verwindungssteife und formschöne Kuppelkonstruktionen aus Glasfaser-Polyesterkunststoff mit einem Kopfüber-Schiebetor und einer Ausstell-Horizontklappe (Größen ab 5m können alternativ mit seitlich verschiebbaren Toren hergestellt werden – wie zB. „Mount Palomar").

Profitieren Sie von der über 20-jährigen Erfahrung unserer Mitarbeiter, sprechen Sie mit unseren Fachkräften und vereinbaren Sie einen unverbindlichen Beratungstermin in unserem Ausstellungsraum. Wir freuen uns darauf, Sie bei uns begrüßen zu dürfen!

Viele weitere interessante Produkte sowie eine aktuelle Schnäppchenliste mit günstigen Angeboten finden Sie im Internet unter **www.astrocom.de**!

ASTROCOM

ASTROCOM GmbH/Abt. 3 • Fraunhoferstraße 14
D-82152 MÜNCHEN-Martinsried
☎ ☺ (089) 8583 660 • Fax (089) 8583 6677
eMail: service@astrocom.de • www.astrocom.de

Die ersten Schritte ins All

Im April 1961 verblüffte die Sowjetunion die Welt: Sie brachte den ersten Menschen in die Umlaufbahn. **>> Colin Burgess**

Nach dem Zusammenbruch der Sowjetunion gab es in ihren ehemaligen Mitgliedsstaaten vielerorts einen massiven Bildersturm. Die Menschen holten Stalin-Büsten, Lenin-Statuen und Arbeiter-Skulpturen von den Podesten, zertrümmerten sie oder schmolzen sie in Hochöfen ein. Zahllose Symbole des Sozialismus fielen der Zerstörung anheim. Einen Sowjethelden jedoch gibt es, dessen Monumente noch heute liebevoll gepflegt werden.

Fünfundvierzig Jahre nachdem er in einem Raumschiff um die Erde kreiste – sein einziger Flug ins All –, erinnern sich die Menschen immer noch voller Stolz an den ersten Kosmonauten, Juri Gagarin. Seine Erdumrundung, ein Meilenstein der Geschichte, ließ in der gesamten Sowjetunion patriotische Hochgefühle aufleben. Der Übergang des Landes vom real existierenden Sozialismus zur Marktwirtschaft veränderte vieles; die glanzvolle Erinnerung an Gagarins Mission hat er nicht trüben können.

Ganze 108 Minuten währte der Flug des Kosmonauten damals im April 1961. An Bord einer 2,4 Meter großen, kugelrunden Raumkapsel namens Wostok (Osten) verließ er als erster Mensch die Erde. Die Sowjetunion hatte einen völlig überraschenden Sieg beim Wettlauf ins All errungen und verwies ihren großen Gegner, die Vereinigten Staaten, auf Platz zwei. Der 27-jährige Gagarin eroberte über Nacht die Schlagzeilen sämtlicher großen Blätter.

Juri Alexejewitsch Gagarin wurde am 9. März 1934 im russischen Kluschino geboren, einem Dorf am östlichen Rand des Verwaltungsbezirks Smolensk. Seine Eltern, Alexej und Anna Gagarin, hatten insgesamt vier Kinder, von denen er das dritte war. Die Familie schuftete auf dem örtlichen kollektiven Bauernhof, um ein schmales Auskommen zu haben. Es gab weder Elektrizität noch fließendes Wasser. Juris Vater arbeitete als Tischler; seine Mutter, eine gebildete Frau aus Sankt Petersburg, las den Kindern abends oft vor und ermutigte sie, selbst zu lesen.

Im Schatten des Kriegs

1941 marschierten deutsche Truppen in die Sowjetunion ein und überrannten ein Jahr später auch Kluschino. Die Soldaten machten kurzen Prozess mit jedem Dorfbewohner, der irgendeiner Art von Widerstand oder Sabotage verdächtigt wurde. Juris jüngerer Bruder Boris wurde gefangen genommen und an einem Baum aufgehängt. Seiner Mutter gelang es im letzten Augenblick, ihn herunterzuholen und sein Leben zu retten.

Ein weiteres Kriegserlebnis sollte sich dem jungen Juri unauslöschlich einprägen. Nach einem chancenlosen Luftkampf gegen einen deutschen Jäger legte ein sowjetisches Kampfflugzeug eine Bruchlandung in der Nähe Kluschinos hin. Zusammen mit anderen Kindern aus dem Dorf rannte Juri zur Absturzstelle, um den beiden Piloten Essen zu bringen und ihnen zu helfen, Teile des Wracks zu sichern. Juri kletterte überall auf dem abgeschossenen Flugzeug herum und wechselte ein paar Worte mit den Piloten, vor denen er weitaus mehr Ehrfurcht hatte als vor dem Flugzeug selbst. An diesem Tag begann er davon zu träumen, selbst Kampfflieger zu werden.

Nach dem Krieg entschloss sich Juri zur großen Enttäuschung seines Vaters gegen den Beruf des Tischlers und nahm eine Arbeit in einer Stahlgießerei in Moskau an. Kurz darauf begann er ein Ingenieurstudium an der Technischen Hochschule von Saratow. Er trat einem örtlichen Flugverein bei, und nachdem er das erste Mal mit einer Jak-18 in der Luft gewesen war, gab es für ihn keinen Zweifel mehr daran, was er in seinem Leben erreichen wollte. 1955 schrieb er sich als Kadett der Luftwaffe ein und erwies sich schnell als ein derartiger »Überflieger«, dass ihn sein Lehrer für die Militärpilo-

DIESE SEITE: ARCHIV Sø TAUSTRAL.

Juri Gagarin (links) flog am 12. April 1961 als erster Mensch ins All. Seine Wostok 1 hob 9.07 Uhr Moskauer Zeit ab (Mitte). Die Sowjets hielten den Start geheim, bis sie die Bestätigung hatten, dass Gagarin wohlbehalten im Orbit war (rechts oben). Wie alle Kosmonauten und Astronauten durchlief er umfangreiche medizinische Tests und Trainings zur Vorbereitung auf den Flug (rechts unten).

tenschule in Orenberg empfahl. Während einer Tanzveranstaltung auf dem Stützpunkt lernte er seine künftige Frau Walentina kennen; sie heirateten im Oktober 1957. Gagarin erzählte später, er sei dermaßen mit seinen Hochzeitsvorbereitungen beschäftigt gewesen, dass er von der dramatischen Nachricht dieses Monats kaum Notiz nahm: dem Start des ersten künstlichen Satelliten der Erde – des sowjetischen Sputnik 1.

Bald darauf wurde Gagarin zu einer Abfangjägerstaffel an den Polarkreis versetzt. Der unwirtlichen Umgebung trotzend, arbeitete er hart und flog unermüdlich. Im April 1959 brachte Walentina ihre erste Tocher, Lena, zur Welt. Ein paar Monate später trafen an allen größeren sowjetischen Luftwaffenstützpunkten Beamte ein, um Piloten für ein geheimes »Spezialprojekt« auszusuchen. Sie beorderten Gagarin in die Hauptstadt Moskau, um ihn dort – zusammen mit 154 weiteren Kandidaten – zu befragen und medizinisch zu untersuchen.

Nach ausführlichen Tests und Prüfungen wurde aus der Schar der Bewerber ein engerer Kreis von zwanzig Mann ausgewählt, darunter Gagarin. Von Stund an gehörte er zum allerersten Aufgebot sowjetischer Kosmonauten. Im Frühsommer 1960 fiel die Wahl auf sechs von diesen zwanzig, die sich am besten eigneten, die Wostok 1 zu fliegen. Schon bald stellte sich heraus, dass Gagarin der fähigste Kandidat war. Die Raumfahrtverantwortlichen intensivierten sein Training weiter – währenddessen kam Walentinas und seine zweite Tochter Galja zur Welt.

Der Rote Stern am Himmel

Am 14. März 1961 hielt der sowjetische Ministerpräsident Nikita Chruschtschow eine öffentliche Rede in der kasachischen Stadt Akmolinsk. Darin kündigte er an, dass »die Zeit nicht fern« sei, in der die Sowjetunion ein »erstes Raumschiff mit einem Menschen an Bord ... ins All« senden würde. Eine Woche vor dem Flug, der für den 12. April vorgesehen war, bestätigte das sowjetische Staatskomitee, dass Juri Gagarin der Pilot und der 25-jährige German Titow sein Ersatzmann sein würde.

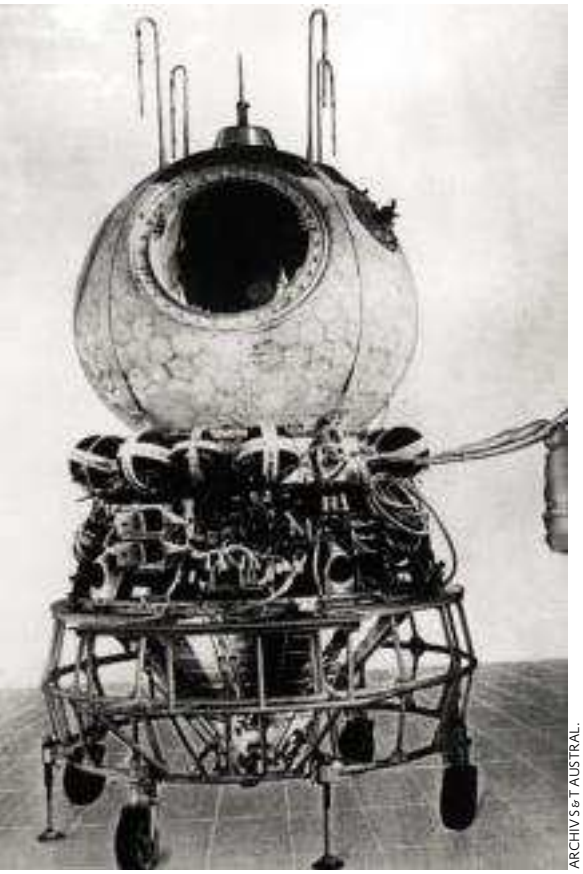
Am 12. April um 9.07 Uhr Moskauer Zeit hob die Wostok-Trägerrakete ab. »Pojechali!« – Los geht's! – schrie der freudig erregte Gagarin ein paar Sekunden nach dem Start. Die zweite Raketenstufe koppelte wie geplant ab und die Wostok-Kapsel gelangte in eine elliptische Umlaufbahn zwischen 327 und 181 Kilometer Höhe. Die Sowjets verkündeten den erfolgreichen Start erst, als das Raumschiff den Orbit erreicht hatte. Fünfzehn Minuten nach dem Abheben funkte Gagarin zur Erde, dass er sich über Südamerika befand. Während die aufregende Nachricht von seinem Flug wie ein Lauffeuer um die Welt ging, trank er etwas Wasser und aß einen Wackelpudding, der eigens von der Sowjetischen Akademie der Wissenschaften zubereitet worden war.

Um 10.15 Uhr schaute Gagarin auf Afrika hinab. »Der Flug ist normal« und »Ich komme gut mit der Schwerelosigkeit zurecht«, berichtete er. Bald darauf begann der Landeanflug. In der 79. Flugminute brannten vierzig Sekunden lang die Bremsraketen der Wostok. Sie ver- >

> langsamten das Raumschiff so weit, dass es wieder in die Erdatmosphäre eintreten konnte.

Laut Plan sollte sich zu diesem Zeitpunkt das Abstiegsmodul von dem begleitenden Ausrüstungsmodul getrennt haben. Doch ein Kabel, das die beiden Einheiten verband, löste sich nicht. Die aneinander geleinten Segmente begannen sich chaotisch zu drehen und zu taumeln, sodass schlecht geschützte Teile des Abstiegsmoduls der Luftreibung des Wiedereintritts ausgesetzt wurden. Die Temperatur in Gagarins Raumschiff stieg dramatisch und er musste hilflos zusehen, wie ringsum purpurne Flammen aufloderten. »Ich raste in einer Wolke aus Feuer zur Erde«, erinnerte er sich später.

Zehn Minuten später brannte das Kabel, das die beiden Segmente verband, mit einem lauten Knall durch. Während das Abstiegsmodul seinen Fall durch die immer dichtere Atmosphäre fortsetzte, stabilisierte es sich nach und nach. Gagarin, nahezu bewusstlos gewesen, wurde langsam wieder Herr seiner Sinne. Wie geplant sprengte sich die Luke der Kapsel 7000 Meter über der Region Saratow ab, ein paar Sekunden später schoss der Schleudersitz Gagarin heraus. Der Kosmonaut erreichte den Erdboden in der Nähe des Dorfs Smelowka. Sein Raumschiff ging mit einem eigenen Fallschirm drei Kilometer entfernt nieder.



ARCHIV S&T AUSTRAL.

Ziemlich plump wirkt die Wostok-Kapsel nach heutigen Maßstäben – aber sie funktionierte.

Unterdessen war die sowjetische Propagandamaschinerie mit Hochdruck angeworfen worden. Überschwängliche Radiodurchsagen überbrachten einem staunenden Publikum die Nachricht, dass der Kosmonaut um 10.55 Uhr »sicher im vorbereiteten Gebiet der UdSSR gelandet« war, nach einer epischen Reise, die 108 Minuten gedauert hatte – 89 davon in der Umlaufbahn der Erde. Seine Wostok hatte eine Geschwindigkeit von 27 000 Kilometer pro Stunde erreicht, war somit ungefähr dreimal so schnell wie jedes andere Fluggerät zuvor.

Früchte des Ruhms

Nach der Einsatzbesprechung kehrte Gagarin, allseits frenetisch bejubelt und gefeiert, nach Moskau zurück. In der ganzen Sowjetunion galt er nun als Nationalheld. Später brach er zu einer ausgedehnten Welttournee auf. Obwohl er überall mit Fragen bestürmt wurde, sollte es noch dreißig Jahre dauern, bis alle Details seines gefährlichen Wiedereintritts ans Licht kamen.

1964 bemühte sich Gagarin verzweifelt darum, einen zweiten Flug durchführen zu dürfen – dieses Mal in einem der neuen Sojus-Raumschiffe (Sojus: russisch für Union). Doch dieser Wunsch stieß auf wenig Gegenliebe bei den Verantwortlichen. Gagarin indes zögerte nicht, die Vorteile seines jetzt beträchtlichen Einflusses zu nutzen. Gegen den Willen seiner Vorgesetzten wurde er der Ersatzmann für seinen Kosmonautenkollegen Wladimir Komarow, der als Pilot des ersten bemannten Sojus-Flugs im April 1967 vorgesehen war.

Unglücklicherweise stand diese Mission unter keinem guten Stern. Nach dem Start von Sojus 1 traten schwere technische Probleme auf, das Raumschiff musste in einem Notprogramm vorzeitig zur Erde zurückkehren. Während des Abstiegs konnte sich der Hauptfallschirm nicht korrekt entfalten. Das Raumschiff schlug mit hoher Geschwindigkeit auf und explodierte, Komarow war auf der Stelle tot.

Über den Verlust seines engen Freunds und Kollegen war Gagarin tief bestürzt. Es gab weitere schlechte Nachrichten für ihn: Als Reaktion auf diese Katastrophe untersagte ihm die Raumfahrtleitung künftige Flüge ins All. Die Sowjets hatten ihn zum Nationalheiligtum erklärt. Bei seiner enormen Beliebtheit und angesichts des Propagandakapitals, das sich aus seiner Person schlagen ließ, durfte sein Leben nicht in Gefahr geraten.

Enttäuscht trat Gagarin den Posten des stellvertretenden Direktors des Kosmonautentrainingszentrums an. Doch das gesetzte Leben hinter dem Schreibtisch konnte sein ruheloses Temperament nicht befriedigen. Kurze Zeit später nahm er – zur Besorgnis vieler – an einem Kampffliegertraining teil, um seine Eignung für Hochleistungsflugzeuge aufrechtzuerhalten.

Am 27. März 1968 hob der gerade 34-jährige Gagarin zusammen mit seinem Fluglehrer Wladimir Serjogin in einer MiG-15 ab. Das Wetter war nicht sonderlich gut, der Wind wehte stark und in Böen, die Wolkendecke war dunkel und regensatt. Als die Bedingungen sich weiter verschlechterten, entschied Serjogin nach gerade einmal fünf Minuten in der Luft, die Übung abzubrechen. Kurze Zeit später hörten Zeugen den Lärm einer gewaltigen Explosion in einem nahe gelegenen Waldstück.

Eine Untersuchung ergab, dass die MiG nach steilem Abwärtsflug wahrscheinlich gerade wieder dabei gewesen war hochzuziehen. Kosmonaut Alexej Leonow, ebenfalls Mitglied des ersten Kosmonautenkorps der UdSSR, vermutete, dass das Flugzeug in die Luftturbulenzen eines anderen, in den Wolken vorbeirauschenden Jets geraten war, sodass die Piloten zeitweilig die Kontrolle verloren. Augenzeugen berichteten, Sekunden vor dem Crash eine durch die Wolken aufsteigende SU-11 erblickt zu haben. Deren Nachbrenner könnte eine fatale Wirbelschleppe erzeugt haben.

Wir werden nie erfahren, was Gagarin noch geleistet hätte, wäre ihm ein längeres Leben vergönnt gewesen. Der Mann, der bis heute in den Herzen der Russen weiterlebt, hätte in diesem Jahr seinen 72. Geburtstag gefeiert. Da wäre er immer noch fünf Jahre jünger gewesen als der US-Astronaut John Glenn, als dieser 1998 seinen zweiten Weltraumflug antrat.

NASA

Amerikas erste Astronauten, die »Mercury 7« (links). Alan Shepard steht links hinten. Während er festgezurrt auf die Startfreigabe wartete (rechts), beschwerte er sich: »Warum behebt ihr Jungs nicht die Probleme und zündet diese Kerze an?«

Welche Ereignisse spielten sich gleichzeitig mit Gagarins Flug auf der anderen Seite des Eisernen Vorhangs ab? Die USA verloren zwar das Wettrennen um den ersten bemannten Raumflug, aber nur äußerst knapp. Gerade mal einen Monat nach Wostok 1 startete der erste Astronaut seine Raketentriebwerke.

Am Morgen des 5. Mai 1961 zwängte sich ein gewisser Alan Shepard in die winzige Mercury-Raumkapsel namens Freedom 7, um als erster Amerikaner die Erde zu verlassen. Es war einer jener Momente, in denen sich die Hoffnungen der ganzen US-Nation auf eine einzige Person konzentrieren. Shepard, 37 Jahre alt und Testpilot, war zwei Jahre zuvor zum Nasa-Astronauten gewählt worden und hatte unermüdlich auf diesen Augenblick hingearbeitet. Seine Aufregung an jenem Tag mischte sich freilich mit einer gewissen Bekümmerung. Welche Ehrungen er auch immer erhalten würde, sie würden doch nie an den Ruhm heranreichen, der erste Mensch im All gewesen zu sein.

Alan Bartlett Shepard Junior wurde am 18. November 1923 in Derry, New Hampshire, als Sohn eines Bankiers geboren. Er interessierte sich schon früh für die Luftfahrt und arbeitete auf einem Flugplatz in der Nähe, während er noch zur Schule ging. Nachdem er 1944 an der Marineakademie der Vereinigten Staaten seinen Abschluss gemacht hatte, nahm er an Bord des Zerstörers Cogswell an Kämpfen im Pazifik teil. Nach dem Krieg erwarb er seinen Flugschein und entwickelte sich zu einem fähigen Testpiloten, bevor er im April 1959 als einer von sieben Mercury-Astronauten ausgewählt wurde.

Am 19. Januar 1961, einen Tag vor der Amtseinführung John F. Kennedys, rief der Leiter der Space Task Group – der Arbeitsgruppe Weltraum – Robert Gilruth die sieben Astronauten zusammen, um zu verkünden, wer von ihnen der Pilot des ersten bemannten Raumflugs sein würde. Er erklärte ohne Umschweife, dass die Wahl auf Alan Shepard gefallen war. Schlagartig erfüllte eine benommene Ruhe den Raum. »Zwanzig Sekunden lang sagte ich kein Wort«, erinnerte sich Shepard später. »Ich blickte nur auf den Boden. Als ich aufsah, starrten mich alle an. Ich war natürlich aufgeregt und glücklich, aber es war nicht der richtige Moment, um in lauten Jubel auszubrechen.« Die anderen sechs waren zwar zutiefst enttäuscht, aber als sie ihm gratulierten, taten sie es herzlich und mit einem Lächeln.

Eine verpasste Gelegenheit

Shepards Flug mit der Freedom 7 war ursprünglich auf den 24. März angesetzt. Doch Ende Januar erhielt die Kennedy-Regierung von einer Beratergruppe, die als Wiesner-Komitee bekannt wurde, einen niederschmetternden Bericht über den Fortschritt der Raumfahrt. Der Report empfahl eine sofortige Vertagung des ersten bemannten Flugs. Zur Begründung hieß es, dass die Redstone-Trägerrakete zu unzuverlässig sei. George Kistjakowski, einer der Leiter des Komitees, erklärte gar, ein verfrühter Start von Shepard würde dem Astronauten »das teuerste Begräbnis, das je ein Mensch gehabt hat« bescheren.

Der Wiesner-Bericht kritisierte viele Aspekte des bemannten Raumfahrtpro- >

NASA

US-Präsident John F. Kennedy zeichnete Shepard für seinen Pionierflug mit der Nasa-Verdienstmedaille aus (links). Die Mercury-Kapsel (rechts) war so klein, dass ein Astronaut sich darin kaum bewegen konnte. Shepards Flug dauerte nur 15 Minuten, doch spätere Missionen kapselten die Astronauten mehr als dreißig Stunden lang ein.

> gramms der Nasa und übte enormen Druck auf Gilruth und den Leiter der Weltraumorganisation, James Webb, aus. Gilruth und Webb diskutierten den Flug ausführlich mit den Mercury-Teamchefs und beauftragten schließlich Wernher von Braun und seine Mitarbeiter, einen zusätzlichen unbemannten Testflug durchzuführen. Dieser wurde auf den 24. März gelegt – jenes Datum, das ursprünglich Shepards Flug vorbehalten war. Wenn der Test erfolgreich war, so kamen die Beteiligten überein, sollte Shepard am 25. April starten. Von Braun, der seinerseits zu einem zusätzlichen Test der Redstone gedrängt hatte, war nicht unglücklich über diese Entscheidung.

Ein Probelauf zu viel?

Neunzehn Tage nach dem eingeschobenen Raketentest schoss die Sowjetunion unerwartet den ersten Menschen ins All. Die Nachricht erschütterte und erzürnte Shepard. »Das war ein heftiger Schlag für alle und eine große Enttäuschung«, sagte die Krankenschwester des Astronauten, Dee O'Hara. »Gagarins Flug ließ uns aussehen wie Idioten. Alan war bitter enttäuscht, was ich gut verstehen konnte.«

Obwohl er die meistbegehrte Rolle in der Geschichte der bemannten Raumfahrt verloren hatte, flog Shepard am 5. Mai 1961 eine fast fehlerlose 15-minütige Mission an Bord von Freedom 7. Seine erste Bemerkung, nachdem er sich wieder aus der Luke gequetscht hatte, war ein überschäumendes »Junge – was für ein Ritt!«.

Die Amerikaner nahmen Shepards sichere Bergung mit einer Mischung aus Erleichterung und Jubel auf. Ein erfreuter Kennedy, der den Start live in Washington verfolgt hatte, rief Shepard sofort an, um ihm zu gratulieren. Andere Glückwünsche trudelten ein, einschließlich derer des sowjetischen Ministerpräsidenten Nikita Chruschtschow an Kennedy am folgenden Tag. In jenem Schreiben betonte Chruschtschow, dass diese »neueste herausragende Leistung in der Eroberung des Alls durch den Menschen unbegrenzte Möglichkeiten für das Studium der Natur im Namen des Fortschritts eröffnet«. Währenddessen wurde Shepards Flug in der Sowjetpresse mit Verweis auf Gagarins vollständige Erdumrundung verhöhnt.

Shepard nannte seinen Start an Bord von Freedom 7 »den ersten Schritt eines Babys, um größere und höhere Ziele zu erreichen«, doch es verbitterte ihn nachhaltig, dass eine Überdosis Vorsicht Amerika und ihn die Chance gekostet hatte, als Erster ins All zu fliegen. Vergleicht man seinen Flug mit heutigen Missionen, mag er bedeutungslos erscheinen, doch damals elektrisierte und vereinte er die Amerikaner und machte sie stolz auf diese Leistung.

Sie brachte außerdem das größte Raumfahrtprojekt in Gang, das die Menschheit bislang unternommen hat. Gerade einmal zwanzig Tage nach Shepards Landung stand Kennedy vor dem Kongress und schwor Amerika darauf ein, bis zum Ende des Jahrzehnts einen Menschen auf den Mond zu bringen.

Nachdem der Astronaut Virgil »Gus« Grissom Shepards Flug mit einer zweiten ballistischen Mission wiederholt hatte, entschloss sich die Nasa, Orbitalmissionen in Angriff zu nehmen.

Von Mercury zu Gemini

Die erste davon führte John Glenn im Februar 1962 an Bord von »Friendship 7« durch. Zwei weitere bemannte Erdumrundungen folgten, und dann wurde angekündigt, dass Gordon Coopers Orbitalflug im Mai 1963 das Projekt Mercury beenden sollte. Der letzte von den sieben Mercury-Astronauten, Donald Slayton, flog erst 1975 im Rahmen des Apollo-Sojus-Testprogramms und begegnete dabei auch Gagarins Kollegen Alexej Leonow in der Umlaufbahn.

Auch Shepard wollte unbedingt den Orbit erreichen und verfolgte dieses Ziel äußerst hartnäckig. Er wusste, dass für eine mögliche zusätzliche Mercury-Mission nach der von Cooper bereits das Raumschiff 15B ausgewählt worden war. Es war zum Zweck einer längeren Flugdauer entscheidend verbessert worden. Weil die anderen Astronauten jetzt in Programme eingebunden waren, die mit den Projekten Gemini und Apollo zusammenhingen, blieben als Piloten nur er und »Gordo« übrig. Als Ersatzmann für dessen Mission wäre er für einen

NASA

Von der Mercury-Kapsel und der Trägerrakete Redstone war es ein großer Sprung bis zur mächtigen Saturn V, die schon acht Jahre später drei Menschen zum Mond beförderte.

Anschlussflug automatisch als erster Pilot eingesetzt worden, wobei Cooper seinerseits die Rolle des Ersatzmanns bekleidet hätte.

Shepard setzte sich entschlossen für eine zusätzliche Mercury-Mission ein, bis hin zu seiner Idee, das Raumschiff 15B in Freedom 7-II umzubenennen – mit einem eigenen Logo auf der gekachelten Außenhaut. Mittlerweile hatte die Nasa jedoch beschlossen, die Pläne für einen weiteren Einmannflug auf Eis zu legen. Kühn versuchte Shepard, über die Köpfe seiner Nasa-Vorgesetzten hinweg die persönliche Unterstützung des Präsidenten für die Mission zu gewinnen, damit das Projekt Mercury vervollständigt werden könne. Doch Kennedy teilte dem Astronauten mit, die endgültige Entscheidung läge einzig und allein beim Leiter der Nasa, James Webb.

Dieser hatte alle Möglichkeiten sorgfältig gegeneinander abgewogen, und als er im Juni 1963 vor dem Weltraumkomitee des Senats stand, begann er mit den Worten: »Es wird keine weiteren Mercury-Flüge geben.« Anschließend erklärte er, dass das Projekt seine Ziele erreicht hätte und dass es neue Prioritäten gäbe. Die Nasa und ihre Vertragspartner würden ihre gesamte Energie jetzt auf die Gemini- und die Apollo-Mission konzentrieren.

Herber Rückschlag

Als Trost für Shepard wählten ihn die Verantwortlichen zum Piloten des ersten Gemini-Flugs, mit dem Neuling Tom Stafford als Kopiloten. Anfang 1964 hatten die beiden gerade das Training in den Flugsimulatoren begonnen, als Shepard plötzlich von einem Leiden aus der Bahn geworfen wurde, das nicht nur seine Karriere als Astronaut zu beenden drohte, sondern auch seine Tage als Pilot. Er war eines Morgens mit einem Schwindelgefühl aufgewacht und als er aufzustehen versuchte, brach er zusammen. Shepard machte sich keine großen Sorgen und glaubte, es könnte ein einmaliger Vorfall gewesen sein. Doch fünf Tage später erlitt er einen weiteren Schwindelanfall, musste sich übergeben und hatte im linken Ohr ein lautes Klingelgeräusch.

Nach mehreren Folgeattacken sah Shepard schließlich ein, dass er diese Symptome nicht mehr ignorieren konnte. Widerwillig vereinbarte er einen Termin mit den Flugärzten. Nach ausführlichen Tests empfahlen sie, dass er unverzüglich von seinen Flugpflichten entbunden werden sollte.

Shepard litt unter dem Ménière-Syndrom, einer Krankheit, die auf Schäden im Innenohr zurückgeht. »Für einen Menschen auf der Erde wird dieses Problem als nicht besonders bedeutend eingestuft, aber für einen Piloten kann es das Aus bedeuten«, sagte Shepard während eines Interviews 1970. »Ich redete mir ein, dass es von selbst heilen würde. Aber das tat es nicht. Tom Stafford hatte mir von einem Arzt in Los Angeles erzählt, der das Problem mit einer Operation beheben kann. Zuerst klang es ein bisschen riskant. Aber 1968 entschloss ich mich schließlich zu dem Eingriff.« >

NASA

Die Kommandokapseln der Apollo-Raumschiffe brachten alle Astronauten heil vom Mond zur Erde zurück. Der älteste von ihnen war der erste Amerikaner im All, Alan Shepard von Apollo 14.

> »Mit der Erlaubnis der Nasa fuhr ich unter falschem Namen nach Kalifornien. … Als ein gewisser Victor Poulis unterzog ich mich der Operation, und sechs Monate später ging es meinem Ohr wieder gut.«

Obwohl der Eingriff erfolgreich verlief, konnte Shepard nicht an Gemini teilnehmen und es gab ernsthafte Zweifel daran, ob er jemals wieder starten könne. Um Mitglied des Astronautenkaders zu bleiben, hatte er eine einstweilige Ernennung zum Leiter des Astronautenbüros angenommen, die ihn zu einer Führungskraft im Training und bei der Auswahl seiner Kollegen machte. Auch dank seines Optimismus gelangte er schließlich in den aktiven Status zurück. Schon bald unternahm er Anstrengungen, um an einer bemannten Apollo-Mondmission teilnehmen zu können.

So kam es, dass der 47 Jahre alte Shepard fast ein Jahrzehnt nach seinem Pionierflug an Bord von Freedom 7 einen zweiten und letzten Flug ins All unternahm – als Kommandant von Apollo 14 nämlich, die am 31. Januar 1971 startete. Er war der älteste jener zwölf Männer, die auf der Mondoberfläche spazieren gingen, wo sie ausgiebig die Fra-Mauro-Region erkundeten. Freimütig gab er zu, Tränen des Staunens und des Glücks vergossen zu haben, als er das erste Mal neben dem Landemodul Antares auf der Mondoberfläche stand.

Sportliche Rekorde

Am Ende seiner letzten Mondexkursion nahm Shepard verschmitzt den Kopf eines Golfschlägers zur Hand und befestigte ihn am Schaft einer Schaufel zum Sammeln von Bodenproben. Dann ließ er einen Golfball auf die Mondoberfläche fallen und holte zu einem einarmigen Schlag aus. »Leider ist der Anzug so steif, dass ich das nicht mit beiden Händen tun konnte«, berichtete er, als er wieder auf der Erde war. »Aber ich wollte eine Art kleinen Bunkerschlag ausprobieren.« Den ersten Schlag verpatzte er, hatte aber einen Ersatzball mitgenommen. Diesen zweiten Ball schlug er »Meilen und Meilen weit«, wie er später mit einem breiten Grinsen erklärte.

Einmal wurde Shepard in einem Interview gefragt, auf welche Leistung er besonders stolz wäre. Er antwortete, es sei die Tatsache, dass er für den ersten bemannten amerikanischen Flug ins All ausgewählt worden war. »Nicht wegen des Ruhms oder der Anerkennung, die dazugehören, sondern weil sich an dem Auswahlprozess Amerikas beste Testpiloten beteiligten, bis nur noch sieben übrig waren – und von diesen sieben war ich derjenige, den sie schließlich genommen haben. Das wird mich immer am meisten befriedigen.«

Weiter sagte er: »Wenn man ein Flugzeug fliegt – und sei es die Spirit of St. Louis –, fühlt man sich nicht wie ein Held oder eine historische Figur. Man tut es, weil die Herausforderung da ist und weil man sich qualifiziert genug fühlt, sie zu bewältigen.« Nach einer Pause fügte er hinzu: »Vielleicht bin ich am Ende doch ein Stück Geschichte.«

Am 21. Juli 1998 starb der erste Astronaut nach zweijährigem stoischen Kampf zurückgezogen an Leukämie. Er war 74 Jahre alt. <<

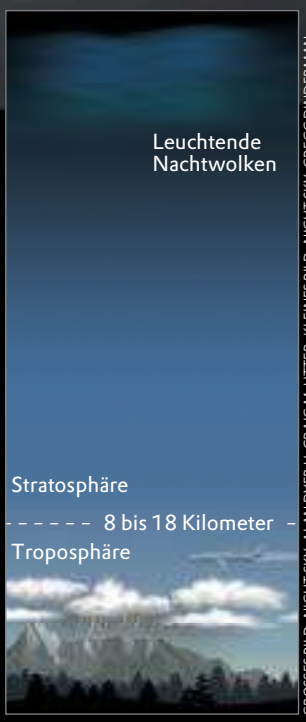
Colin Burgess ist Historiker in Sydney, Autor zahlreicher Bücher und Artikel über Weltall und Raumfahrt.

Sterne, Mond und Wolken

Passen Sie Ihre Beobachtungsziele an das Wetter an – dann haben Sie mehr Freude am Sterngucken. **>> Todd Gross**

Amateurastronomen haben es oft schwer. Denn zwischen Mondlicht, künstlicher Lichtverschmutzung, Regen, Nebel, Dunst und atmosphärischen Turbulenzen ergibt sich nur selten ein wirklich exzellenter Blick in den Himmel. Viele freuen sich daher auf den ausklingenden Sommer, wenn es noch warm ist, die Nächte aber immer länger werden. Sobald der Wetterbericht einen wolkenlosen Himmel vorhersagt, schnappen sie sich ihr Teleskop und brechen zum Sterngucken auf – in der Hoffnung auf einen angenehmen Abend unter sternübersätem Firmament. Aber wussten Sie eigentlich, dass man nicht nur bei kristallklarem Himmel hervorragend beobachten kann?

Praktisch alle Beobachtungshindernisse haben ihren Ursprung in der Troposphäre, der untersten Schicht unserer Atmosphäre. Sie ist zwischen acht und achtzehn Kilometer dick, entspricht somit nur dem tausendsten Teil des Erddurchmessers. Trotzdem ist es nahezu ausschließlich diese Schicht, die einen klaren Blick zum >



GROSSES BILD: NIGHT SKY, ALAN DYER U. CRAIG M. UTTER; KLEINES BILD: NIGHT SKY, GREGG DINDERMAN

Etliche Hindernisse beeinträchtigen den Blick in den Himmel – die meisten davon in der Troposphäre, der untersten Atmosphärenschicht.

> Firmament ermöglicht – oder eben auch verwehrt.

Die Troposphäre wird häufig als Wetterschicht bezeichnet, weil sich in ihr nahezu das komplette meteorologische Geschehen abspielt. Kein Wunder: Sie enthält neunzig Prozent der gesamten Luft sowie beinahe sämtlichen Wasserdampf der Atmosphäre. Wann Sie mit den besten Sichtbedingungen rechnen können, lernen Sie also nur dann, wenn Sie sich zu einem richtigen Wetterfuchs entwickeln und klug planen.

Auf jeden Fall benötigen Sie zunächst einmal einen wolkenlosen Himmel. Ein kristallklares, möglichst dunkles Firmament bietet die besten Voraussetzungen, um Deep-Sky-Objekte (Sternhaufen, Nebel und Galaxien) zu jagen. Für manche astronomischen Ziele, vor allem Mond und Planeten, eignet sich allerdings selbst der ungetrübteste Himmel bisweilen nicht sonderlich gut, wie ich später erläutern werde.

Um herauszufinden, ob die Nacht klar sein wird, müssen Sie die Transparenz des Himmels bestimmen – das heißt seine Durchsichtigkeit. Die Transparenz ist in der Regel am größten, wenn gerade eine Kaltfront über Ihre Gegend gezogen ist und sich dahinter hoher Luftdruck aufbaut. Die Kaltfront mit ihrer kühleren und folglich dichteren Luftmasse wirkt wie ein Trockengebläse und beseitigt Wolken, Dunst, hohe Luftfeuchtigkeit, Niederschlag und andere sichtbehindernde Faktoren.

Unsichtbare Grenzen

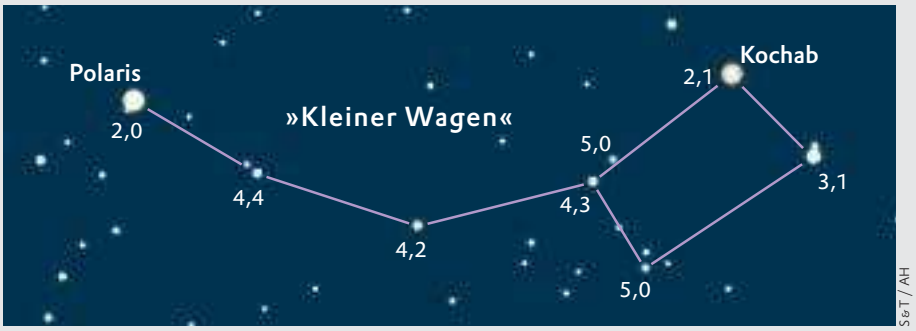
Wetterfronten sind Übergangszonen zwischen verschiedenen Luftmassen. Sie ziehen normalerweise von West nach Ost, geleitet vom Strahlstrom, einer kräftigen Luftströmung in ungefähr zwölf Kilometer Höhe. Sie können diese Fronten auf den Wetterkarten der Fernsehnachrichten betrachten oder auf verschiedenen Internetseiten, zum Beispiel www.wetter.com oder www.wetterzentrale.de/pics/bracka.html.

Ein sehr klarer Himmel ergibt sich häufig auch in der ersten und zweiten Nacht nach dem Durchzug eines Tiefs mit Wind und Niederschlag (beispielsweise nach einem Sturm). Tiefdruckgebiete ziehen in der Regel kühlere, dichtere und trockenere Luft hinter sich her. Dieser Hausputz beseitigt Dunst, Nebel, Wolken, Niederschlag oder hohe Luftfeuchte.

Ganz gleich, wie ungetrübt das Firmament an Ihrem Beobachtungsort erscheint – Sie werden immer Schwierigkeiten haben, lichtschwache Objekte wahrzunehmen, solange Sie sich in der Nähe erleuchteter Städte aufhalten. Die von ihnen erzeugte künstliche Lichtverschmutzung stört, indem sie sich auf mangelhafte Sichtbedingungen zusätzlich verschlechternd auswirkt: Je weniger transparent der Himmel in einer bestimmten Nacht ist, desto mehr Dunst befindet sich da oben und desto deutlicher ist der Widerschein künstlicher Lichtquellen.

Sie können die Dunkelheit des Himmels abschätzen, indem Sie seine Grenzgröße bestimmen. Das bedeutet einfach, dass Sie die Größe (scheinbare Helligkeit) der schwächsten Sterne feststellen, die Sie mit bloßem Auge sehen können. Der

Wie schwarz ist Ihr Himmel?



S&T / AH

Der Kleine Wagen mit dem Polarstern (Polaris) eignet sich gut, um die Dunkelheit des Firmaments zu schätzen. Aus der Zahl seiner Gestirne, die Sie mit bloßem Auge erkennen, ergibt sich die Grenzgröße Ihres Himmels.

Niemand hat an seinem Wohnort immer den perfekten Nachthimmel, um Sterne zu beobachten. Es hat sich als nützlich erwiesen, zu wissen, wie dunkel der Himmel im besten Fall sein kann. Ein Gradmesser dafür, wie gut Ihre Sicht auf die Milchstraße ist, sind im Sommer und Herbst jene Teile von ihr, die durch die Sternbilder Schwan und Schütze laufen. Wenn Sie diese Bereiche nicht sehen können, dann sind Sie in bester Gesellschaft. Dank der allgegenwärtigen Lichtverschmutzung können mehr als die Hälfte der Europäer die Milchstraße von ihrem Wohnort aus kaum noch oder gar nicht erkennen.

Doch die Wirkung von Lichtverschmutzung und Dunst unterliegt starken Schwankungen. Die Sichtverhältnisse können sich von Nacht zu Nacht, von Stunde zu Stunde ändern. Ein recht objektives Maß für die Dunkelheit des Firmaments erhält man, indem man dessen Grenzgröße bestimmt. Das ist die Helligkeit der schwächsten Sterne, die mit bloßem Auge noch zu sehen sind. Je höher der Wert für die Grenzgröße, desto mehr Sterne können Sie erkennen.

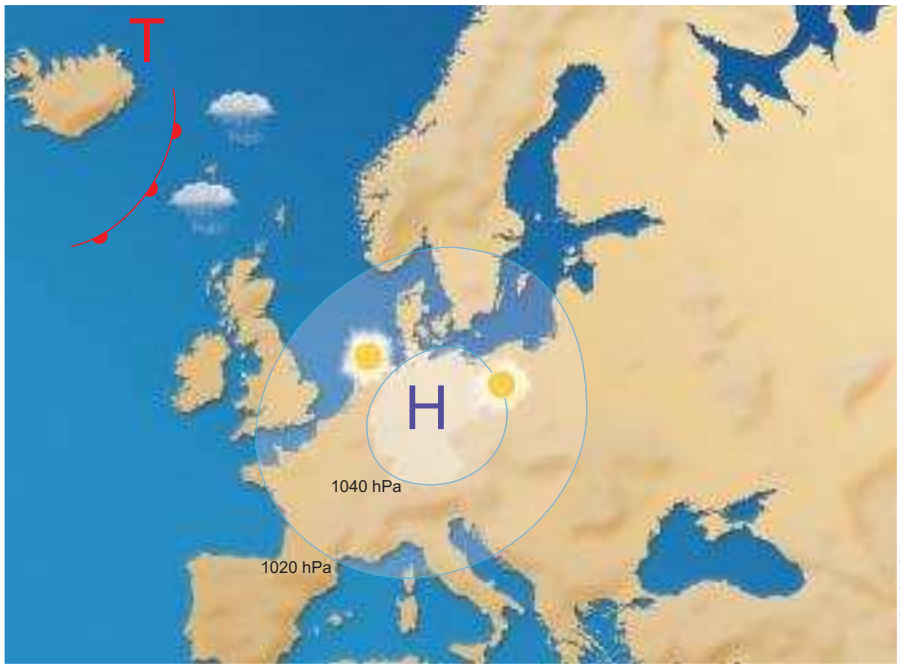
Meist bietet sich der Kleine Wagen an, um die Dunkelheit des Himmels zu ermitteln. Der Polarstern markiert das Ende seiner Deichsel. Um ihn zu finden, schauen Sie ungefähr halbhoch über den Nordhorizont.

Wie die obige Abbildung zeigt, besteht der Kleine Wagen aus Sternen, die eine sehr unterschiedliche Helligkeit besitzen. Erkennen Sie lediglich den Polarstern sowie die zwei Sonnen am entgegengesetzten Ende des Wagenkastens, dann ist Ihre Grenzgröße nicht höher als 3,5 oder 4. In diesem Fall liegt an Ihrem Beobachtungsort ein erkleckliches Maß an Lichtverschmutzung vor. Können Sie hingegen alle Sterne des Kleinen Wagens bis auf einen sehen, dann haben Sie einen typischen Vorstadthimmel mit einer Grenzgröße von 4,5 bis 5.

Sollten Sie gar sämtliche Sterne im Kleinen Wagen ausmachen können, dann befinden Sie sich unter einem ziemlich dunklen Firmament mit einer Grenzgröße zwischen 5 und 5,5. Und wenn sich die Milchstraße klar erkennbar über große Teile des Himmels zieht, dann haben Sie einen besonders finsteren Beobachtungsplatz gefunden – und können sich glücklich schätzen!

>> J. Kelly Beatty

Ein Hochdruckgebiet über Deutschland, häufig im Sommer anzutreffen, bringt meist wenig Wind und ein ausgezeichnetes Seeing mit sich (oben). Zieht hingegen ein Tiefdruckgebiet über uns hinweg, dann strömt hinter seiner Kaltfront oft kühle, trockene Luft aus Skandinavien ein (unten). Sie beschert uns zwar einen kristallklaren Himmel, wegen der starken Winde aber ein schlechtes Seeing.



AH, EMDE-GRAFIK

AH, EMDE-GRAFIK

Kasten unten links beschreibt, wie das am besten geht. Typischerweise zeigt ein sehr dunkler Himmel, der weit gehend frei von Lichtverschmutzung ist, Sterne bis zur 6. Größe. Eine mittlere Lichtverschmutzung lässt Sie noch Sterne bis zur 4. Größe erkennen, während ein Sterngucker mitten im Herzen einer großen Stadt bloß noch solche 2. Größe sieht.

Die größte Lichtverschmutzung geht indessen von einer natürlichen Leuchtquelle aus: dem Mond. Sein heller Lichtschein wird von der Atmosphäre gestreut und überstrahlt alle schwach leuchtenden Sterne. Selbst im ersten oder dritten Viertel produziert er so viel Lichtverschmutzung, wie typischerweise in einer Vorstadtumgebung entsteht. Und wenn Sie versuchen, bei Vollmond zu beobachten, dann ist das etwa so, als würden Sie sich dazu auf den belebten Parkplatz eines Einkaufszentrums stellen. Um abzuschätzen, wie dunkel Ihr Himmel im besten Fall sein kann, sollten Sie auf jeden Fall eine mondfreie Nacht abwarten.

Vor der Helligkeit fliehen

Kann man irgendetwas tun, um die Auswirkungen der Lichtverschmutzung zu mindern? Die einfachste Lösung besteht darin, sich in Richtung eines dunkleren Firmaments aufzumachen. Vielleicht finden Sie einen düsteren Platz, zum Beispiel einen öffentlichen Park oder Ähnliches. Sofern Sie die Zeit und die Mittel haben, sollten Sie sich so weit wie möglich von allen Stadtlichtern entfernen. Auch Hügel in der Nähe bieten manchmal einen erstaunlich dunklen Himmel, während in den Tälern dazwischen der Nebel hängt.

Wenn Sie von zu Hause aus beobachten, sollten Sie Ihr Teleskop auf der dunklen Seite Ihres Gartens aufbauen, weit weg vom Straßenlicht und der Außenbeleuchtung des Nachbarn. Die besten Bedingungen gibt es oft spät in der Nacht, wenn die Geschäfte schon lange geschlossen haben und der Autoverkehr fast gänzlich ruht. Im Winter lässt es sich am besten in solchen Nächten beobachten, in denen kein Schnee liegt. Denn dieser reflektiert einen Teil des künstlichen Lichts zum Himmel.

Außerdem können Sie Ihre Ausrüstung optimieren. Eine verschmutzte Optik verringert die Sichtqualität erheblich – reinigen wirkt hier manchmal Wunder. Reflexionen im Innern des Teleskops hellen das Abbild auf; Sie können dies reduzieren, indem Sie die Innenseite Ihres Teleskops mit Flockpapier (auch Velourspapier genannt) auskleiden oder matttiefschwarz einfärben. Eine Blende für die Öffnung des Fernrohrs kann helfen, Streulicht abzublocken. Zudem gibt es Lichtverschmutzungsfilter im Handel, welche die Qualität des Abbilds deutlich verbessern.

Ich habe festgestellt, dass die Verwendung eines Zoomokulars zahlreiche Vorteile bringt. Es gelingt mir damit relativ mühelos, die perfekte Vergrößerung herauszufinden, den Himmel abzudunkeln und die Kontraste rings um mein Beobachtungsobjekt zu verstärken. Und noch >

> ein Tipp: Bedecken Sie Ihren Kopf und das Okular mit einem dunklen Überhang – das ist ein einfaches und sehr effizientes Mittel, um das Umgebungslicht auszublenden!

Wenn Sie den Mond oder die Planeten betrachten, vor allem bei starken Vergrößerungen, sind Lichtverschmutzung und Transparenz weniger wichtig. Als weitaus entscheidender erweist sich hier die Ruhe in der Atmosphäre. Luftturbulenzen sorgen für wacklige, sich verändernde, brodelnde, ja unscharfe Bilder. Das ist es, was Astronomen meinen, wenn sie von »schlechtem Seeing« sprechen. Verwirbeln die Luftschichten der Atmosphäre, dann kann es frustrierend schwierig sein, feine Details und Farbunterschiede auf jenen fernen Welten zu erkennen.

Sie können Ihre eigene Seeing-Vorhersage erstellen, indem Sie die Wetterkarten im Internet prüfen, besonders bezüglich der herrschenden Winde. Im Allgemeinen kann man sagen: Je geringer die Windstärke, umso besser das Seeing. Die Küstengebiete Norddeutschlands sind also nicht unbedingt die ideale Gegend für Planetengucker.

Dunstige Nächte, wie es sie häufig im Sommer gibt, zeigen an, dass die Troposphäre ruhig ist, geradezu unbewegt – eine gute Voraussetzung für Planetenbeobachtungen. Doch die bloße Anwesenheit von Dunst bedeutet noch nicht, dass Sie von stabilen Sichtbedingungen ausgehen dürfen. Die Unruhe der Atmosphäre lässt sich frühestens in der Abenddämmerung prüfen. Wenn helle Sterne über Ihrem Kopf nur wenig funkeln, dann ist das Seeing sehr gut. Sollten sogar solche Gestirne beständig leuchten, die sich nahe dem Horizont befinden, dann haben Sie womöglich eine Nacht mit ausgezeichneten Beobachtungsbedingungen erwischt.

Im Gleichgewicht

Um möglichst verlässliche Aussagen zu bekommen, sollten Sie beim Prüfen des Seeings ein Teleskop verwenden, dessen Temperatur sich der Außentemperatur angepasst hat. Dieser Angleichprozess dauert in der Regel mindestens eine Stunde. Richten Sie das Fernrohr auf den Mond, falls er zu sehen ist, und schauen Sie durchs Okular. Beginnt sein Anblick bei starker Vergrößerung – sagen wir 200fach oder mehr – zu verschwimmen? Je weniger Schwanken und Bewegung, desto besser.

Lässt sich das Seeing optimieren? Nun, Sie können die Atmosphäre schlecht dazu überreden, sich zu beruhigen. Aber Sie können Ihr Teleskop und dessen Umgebung verändern. Zum Beispiel entwickeln sich in einem Fernrohr, das noch nicht die Außentemperatur angenommen hat, Luftströmungen im Tubus, die die Sicht behindern können. Am einfachsten lässt sich dieses »Tubus-Seeing« vermindern, indem Sie das Teleskop lange genug draußen stehen lassen. Lagern Sie das Instrument möglichst an einem Ort, wo es zusammen mit der Außenluft abkühlt. Ein kleiner Ventilator, der auf den Tubus gerichtet ist, verkürzt den Prozess der Temperaturangleichung.

Ein allgemeiner Tipp lautet: Vermeiden Sie Wärme, wo immer es geht. Stellen Sie sich nicht auf den Bürgersteig oder auf einen gepflasterten Hof – Steinflächen strahlen die gespeicherte Tagwärme nachts ab und verursachen aufsteigende Luftströmungen. Platzieren Sie sich lieber auf Gras oder unbewachsenem Grund. Zielen Sie mit Ihrem Teleskop möglichst nicht über nahe gelegene Gebäude hinweg: Die von dort aufsteigende warme Luft garantiert für eine verschwommene Sicht, besonders in den

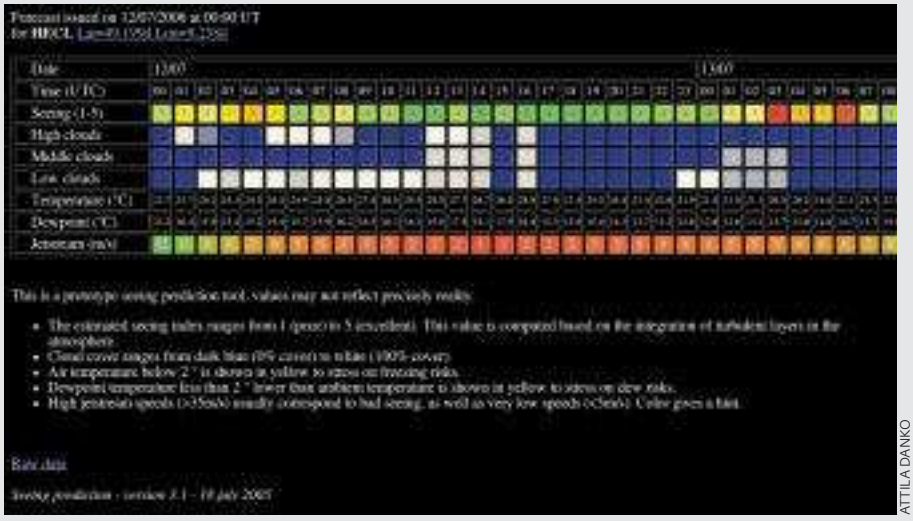
Eine Seeing-Vorhersage für Europa

Wenn es eine Wetterprognose gibt, warum lässt sich dann nicht auch das Seeing vorhersagen? Das ist eine vollkommen berechtigte Frage. Tatsächlich gibt es im Internet eine Seeing-Vorhersage für Europa, wenn auch derzeit nur auf Englisch.

Wer auf diese Seite der Universität Basel klickt (http://pages.unibas.ch/geo/mcr/3d/meteo/seeing/nmm22/), wird jedoch unter Umständen erst einmal irritiert sein. Denn was dort auftaucht, ist eine ziemlich graue Europakarte mit lauter Buchstaben drauf. Sie sieht etwas provisorisch aus, aber lassen Sie sich davon nicht abschrecken!

Klicken Sie einfach einen Buchstaben in einer Region an, wo Sie der Sternbeobachtung nachgehen wollen. Dann erscheint eine Tabelle mit der aktuellen Seeing-Prognose. Unser Beispiel zeigt eine Vorhersage für den Landkreis Heilbronn.

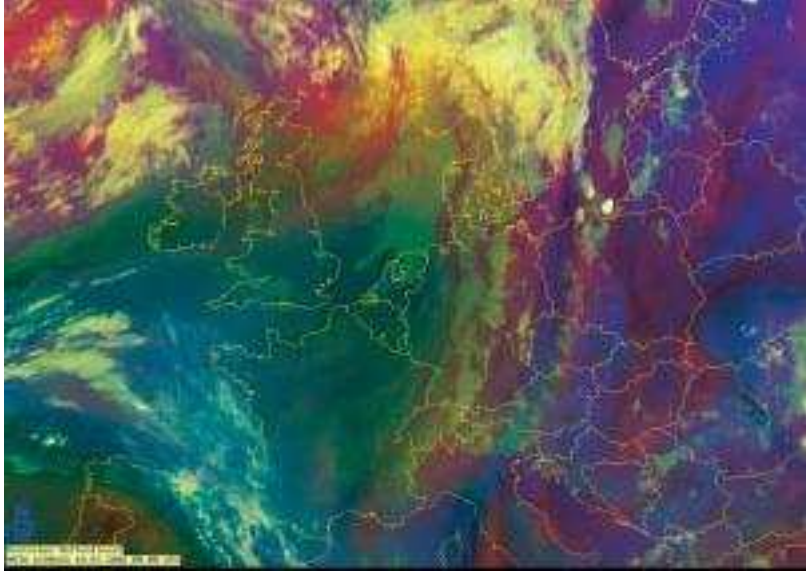
In der ersten Zeile steht das Datum, darunter die Uhrzeit am Nullmeridian (UTC). In der dritten Zeile können Sie das Seeing ablesen, und zwar auf einer Skala zwischen eins (schlecht) und fünf (hervorragend).



ATTILA DANKO

Achten Sie auch auf die Wolken! Die Bewölkungssituation ist ziemlich detailliert in den Zeilen darunter dargestellt.

Ein kleines, aber lösbares Problem bei dieser Tabelle ist, dass Sie nicht direkt erfahren, auf welchen Ort sie sich jeweils bezieht. Denn oft ist das Kürzel oben links schwer oder gar nicht verständlich. Wollen Sie die entsprechende Lokalität herausfinden, dann gehen Sie am besten auf die Seite http://pages.unibas.ch/geo/mcr/3d/meteo/nmm22/meteograms.en.htm und klicken Sie den gleichen Buchstaben an wie auf der Seite mit der Seeing-Prognose. Das Wetterdiagramm, das sich Ihnen dann präsentiert, enthält die vollständige Ortsangabe.



BEIDE BILDER: DWD / EUMETSAT

Satellitenbilder können Bewölkungen zeigen (links). Durch Überlagerung von Bildern, die bei verschiedenen Wellenlängen aufgenommen wurden, erkennen Meteorologen unterschiedliche Luftmassen (rechts).

Wintermonaten. Und noch ein wichtiger Hinweis: Am ruhigsten ist die Atmosphäre für gewöhnlich kurz nach Sonnenuntergang, bevor die flächendeckende Abkühlung einsetzt, oder spät in der Nacht, wenn sich die Umgebung bereits abgekühlt hat.

Eine sehr effektive Strategie besteht darin, die Luftsäule zu verkürzen, durch die Sie schauen müssen. Entlang des Horizonts ist das Seeing fast immer schlecht. Wenn Sie warten, bis Ihr Zielobjekt hoch oben am Firmament steht – mindestens auf halbem Weg in Richtung Zenit –, dann werden Sie mit besseren Aussichten belohnt.

Gewusst wie

Und wenn Sie all diese Tricks und Tipps ausprobiert haben, was kommt dann? Wie finden Sie die bestmögliche Sicht trotz Lichtverschmutzung, Dunst oder schlechtem Seeing? Die Antwort ist einfach: Planen Sie! Wenn Sie Ihre Zielobjekte den Verhältnissen der jeweiligen Nacht entsprechend aussuchen, dann können Sie das Maximale aus Ihrem Himmel herausholen. Verwenden Sie die Tabelle unten als Leitfaden, welche Himmelskörper bei welchen Sichtbedingungen gut zu beobachten sind.

Kontrastreiche Objekte wie Sternhaufen und Planetarische Nebel stellen fast immer lohnende Beobachtungsziele dar, desgleichen der Mond und die Planeten. Das Seeing muss allerdings stabil genug sein, um die erforderlichen Vergrößerungen zu ermöglichen. Kugelsternhaufen kann man in den meisten Nächten recht gut erkennen, besonders mit größeren Teleskopen. Auch helle Nebel sehen fast immer beeindruckend aus.

Während der dunkelsten Nachtstunden ergibt sich eine gute Gelegenheit, nach schwach leuchtenden, fernen Objekten wie Galaxien auszuschauen. Machen Sie sich eine Liste von schwer zu erblickenden Zielen für den Fall, dass Sie an einen Ort mit einem besonders dunklen Himmel reisen.

Von Zeit zu Zeit finden Sie sich vielleicht doch einmal in einer sehr ruhigen Nacht unter einem klaren, richtig dunklen Firmament wieder. Solche Gelegenheiten gibt es nicht oft, also nutzen Sie sie! Mit den Tipps, die hier beschrieben sind, können Sie das Beste draus machen. Auch wenn der Himmel zum Teil bedeckt ist, warten beeindruckende Anblicke auf Sie – vorausgesetzt, Sie wählen Ihre Ziele klug aus. <<

Todd Gross ist von Beruf Meteorologe und in seiner Freizeit ein eifriger Amateurastronom.

Erfolgreich beobachten: Die Umstände bestimmen das Zielobjekt

	städtische Umgebung	Vorstadtumgebung	dunkler Himmel
ausgezeichnetes Seeing	(Vergrößerung ab 200fach) Mond und Planeten alle Doppelsterne helle Sternhaufen Planetarische Nebel (mit Filtern)	(Vergrößerung zwischen 100fach und 200fach) Mond und Planeten alle Doppelsterne alle Sternhaufen helle Nebel und Galaxien	(alle Vergrößerungen) alle Objekte
mittelmäßiges Seeing	(Vergrößerung zwischen 100fach und 200fach) Mond und Planeten die meisten Doppelsterne helle Sternhaufen Planetarische Nebel (mit Filtern)	(Vergrößerung zwischen 100fach und 200fach) Mond und Planeten die meisten Doppelsterne alle Sternhaufen helle Nebel und Galaxien	(Starke Vergrößerungen vermeiden) Mond und Planeten die meisten Doppelsterne alle Sternhaufen alle Nebel und Galaxien
schlechtes Seeing	(Vergrößerung bis 125fach) Mond weit auseinander stehende Doppelsterne helle, lose Sternhaufen	(Vergrößerung bis 125fach) Mond weit auseinander stehende Doppelsterne lose Sternhaufen große Nebel, helle Galaxien	(Vergrößerung bis 125fach) Mond weit auseinander stehende Doppelsterne lose Sternhaufen große Nebel, die meisten Galaxien

Auch Sterne sind nicht gern allein

Egal, wie gut Sie sich am nächtlichen Firmament auskennen – Doppelsterne sind für jeden Sternfreund ein himmlisches Vergnügen.

>> James Mullaney

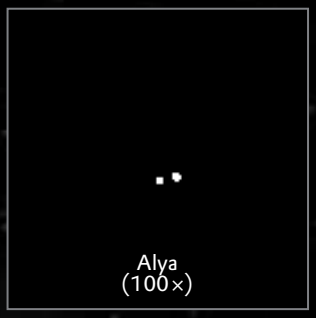
Wetten, dass ich Sie in nur zehn Minuten mit meiner Begeisterung für Doppelsterne anstecken kann?

Also, versuchen wir's. Gehen Sie in einer der nächsten klaren Nächte nach draußen und suchen Sie den Großen Wagen. Dieses Sternbild steht an den frühen Spätsommerabenden über dem nordwestlichen Horizont. Werfen Sie jetzt einen langen, prüfenden Blick auf seinen mittleren Deichselstern. Kommt Ihnen dort irgendetwas komisch vor?

Ein Fernglas oder Teleskop enthüllt, was es mit diesem Lichtpunkt auf sich hat: Er besteht in Wahrheit aus zwei Sternen, nämlich Mizar – dem helleren von beiden – und Alkor, dem Reiterlein. Die beiden Sterne können Sie schon mit dem bloßen Auge unterscheiden – falls nicht, benötigen Sie wahrscheinlich eine Brille.

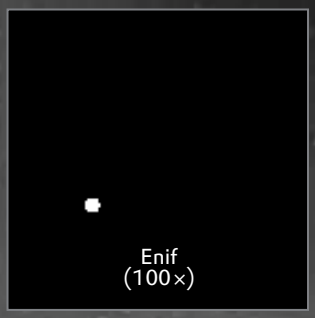
Aber das ist noch nicht alles! Bereits mit einem kleinen Teleskop werden Sie bei genauem Hinschauen bemerken, dass sich dort oben noch ein dritter Stern tum-

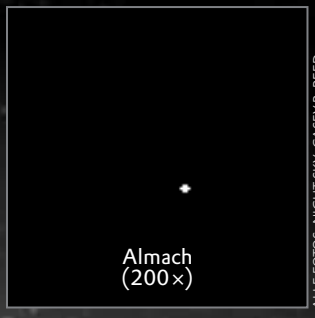
NIGHT SKY, C.M. UTTER



Acht Doppelsterne für den Einstieg

Stern	scheinbare Helligkeit	Abstand	beste Vergrößerung	Farben	Entfernung (Lichtjahre)
1 Epsilon Lyrae	5,0; 6,1 und 5,2; 5,5	sehr eng	100×	alle weiß	160
2 Alya (Theta Serpentis)	4,5; 5,4	weit	30×	beide weiß	130
3 Albireo (Beta Cygni)	3,1; 5,1	weit	30×	goldorange, saphirblau	380
4 Omikron-1 Cygni	3,8; 7,7; 4,8	sehr weit	30×	rotorange, weiß, blau	1350; 1720; 720
5 Gamma Delphini	4,5; 5,5	eng	75×	gold, blassgrün	100
6 Enif (Epsilon Pegasi)	2,4; 8,5	sehr weit	50×	gelb, blauviolett	700
7 Delta Cephei	3,5–4,4; 6,3	weit	30×	blassorange, blau	950
8 Almach (Gamma Andromedae)	2,3; 5,5	eng	75×	goldorange, grünlich blau	350





ALLE FOTOS: NIGHT SKY, CASEY B. REED

melt, der mit Mizar und Alkor ein Dreieck bildet. Stellen Sie Ihr Fernrohr nun auf Mizar scharf und nutzen Sie eine höhere Vergrößerung. Überraschung! Mizar selbst ist ebenfalls ein Doppelstern. Was wir als den oberen Deichselpunkt des Großen Wagens sehen, ist in Wirklichkeit ein Paar von Doppelsternen, die einander fast zu berühren scheinen.

Meinen Glückwunsch – Sie haben soeben das erste Doppelsternsystem in Augenschein genommen, das je entdeckt wurde. Und Sie haben gelernt (sofern Sie es nicht schon wussten): Nicht jeder Stern fristet sein Leben allein.

Es ist nicht überraschend, dass die Astronomen ihre ersten Vermutungen über die Natur der Sterne auf Beobachtungen an der Sonne gründeten. Da diese ein Einzelstern ist, glaubten die Forscher zunächst, dies würde auch auf alle anderen Gestirne zutreffen. Mittlerweile wissen sie es besser: Wenigstens die Hälfte aller Sterne – vielleicht sogar achtzig Prozent von ihnen – sind Mitglieder von Doppel- oder Mehrfachsystemen. Viele Hundert davon lassen sich sehr gut mit kleinen Amateurteleskopen beobachten.

Echte und falsche Paare

Ein Doppelstern verbirgt genau das, was sein Name vermuten lässt: zwei winzige Lichtpunkte, die durch das Okular Ihres Teleskops betrachtet eng beieinander stehen. Einige dieser Paare liegen – vom Standpunkt des irdischen Beobachters aus – rein zufällig auf fast derselben Sichtlinie, haben ansonsten aber nichts miteinander zu tun. Sie scheinen in unmittelbarer Nachbarschaft zueinander zu stehen, weisen in Wirklichkeit aber sehr unterschiedliche Entfernungen zur Erde auf. Die Astronomen sprechen hier von optischen Doppelsternen.

Die meisten Paare sind jedoch physikalisch verbunden, sprich: Die Partner kreisen umeinander. Man redet hier von echten oder physischen Doppelsternen. Für gewöhnlich liegt ihre Orbitalperiode (das ist die Zeit, die sie für einen vollständigen Umlauf benötigen) im Bereich von wenigen Jahrzehnten bis mehreren Jahrhunderten. Einige haben jedoch einen derart kleinen Abstand zueinander, dass sie Orbitalperioden von wenigen Minuten aufweisen! Solch enge Sternpaare können nur mit Riesenteleskopen und speziellen Instrumenten untersucht werden.

Und dann gibt es noch jene Doppelsysteme, deren Partner so weit voneinander entfernt sind, dass sie sich wahrscheinlich nicht umkreisen, sondern nur gemeinsam durchs All driften. Weil aber offenkundig eine physikalische Verbindung zwischen ihnen besteht, nennen die Astronomen sie »common proper motion pairs«, also »Paare mit gemeinsamer Eigenbewegung«. Gruppen von drei oder mehr Sternen sind Mehrfachsysteme, obgleich sie häufig auch vereinfachend Doppelsterne genannt werden.

Zu jeder Nachtstunde, in jeder Jahreszeit und in jedem Himmelsareal können Sie beeindruckende Beispiele von Dop- >

ANZEIGE

> pel- oder Mehrfachsternen beobachten. Das ist ein nicht zu unterschätzender Vorteil, besonders wenn an Ihrem Beobachtungsort Bäume oder Häuser große Teile des Himmels verdecken. Überdies sind Doppelsterne oft hell und leicht zu finden, sodass sie auch in Vollmondnächten oder an Orten mit hoher Lichtverschmutzung gute Ziele abgeben. Jeder von ihnen besitzt sein eigenes, unverwechselbares Aussehen, obwohl es so viele gibt! Doppelsterne warten mit immer neuen Kombinationen von Helligkeit, Abstand oder Anordnung auf.

Juwel am Nachthimmel

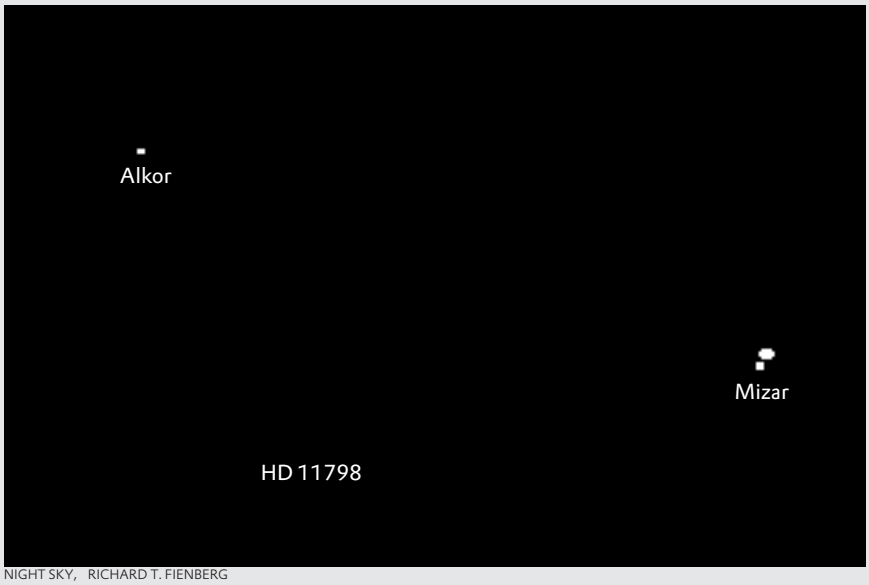
Was mich an Doppelsternen besonders fasziniert, sind die scheinbaren Farben. Erst durch diese werden sie zu schillernden Juwelen am Nachthimmel. Ich verwende bewusst das Attribut »scheinbar«, weil die Farbwahrnehmung in den meisten Fällen trügt – ein Kontrasteffekt bei unterschiedlich hellen Sternen. Manchmal vermittelt sie aber auch einen realistischen Eindruck. Im Allgemeinen rühren Farbunterschiede zwischen Sternen von ihrer unterschiedlichen Temperatur her, wobei kühlere Sterne rötlich und heißere Sterne bläulich leuchten.

Sie können den Farbeindruck verstärken, indem Sie ein Okular mit geringer Vergrößerung benutzen und leicht defokussieren. Wenn die Gestirne dann zu Scheibchen verwischen, kommt ihre Färbung deutlicher zum Vorschein. Sogar jene Doppelsterne, deren Partner keine kontrastierende Tönung aufweisen – was oft genug vorkommt, wenn sie eine ähnliche Helligkeit besitzen – oder gar rein weiß erscheinen, geben faszinierende Beobachtungsziele ab. Im Okular erscheinen sie meist wie glänzende Diamanten vor der samtenen Schwärze des Alls.

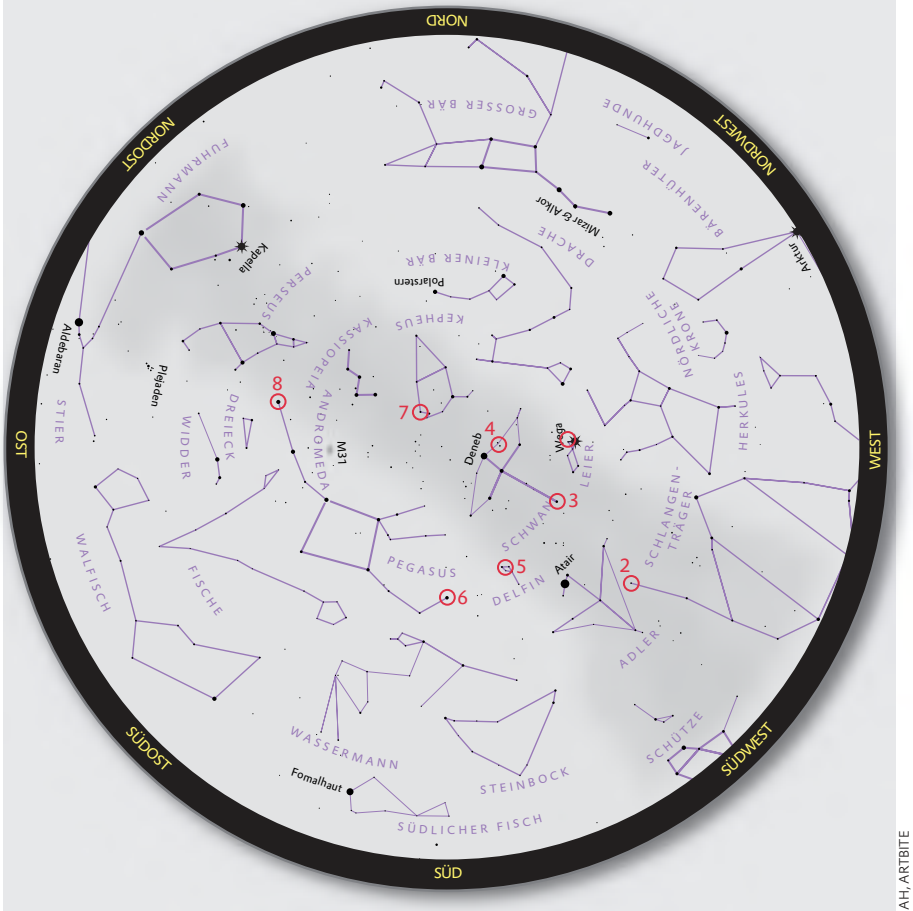
Die folgende Zusammenstellung beschreibt acht der schönsten Doppel- und Mehrfachsterne, die sich mit kleinen Teleskopen an frühen Spätsommerabenden beobachten lassen. Sie finden sie auch auf der nebenstehenden Übersichtssternkarte. Bei allen ist der Haupt- oder Primärstern hell genug, um an einem halbwegs dunklen Himmel für das bloße Auge sichtbar zu sein. Und während sich jedes der Paare schon mit einem kleinen Teleskop optisch trennen lässt, sieht es doch für gewöhnlich umso ansprechender aus, je größer die Öffnung des Teleskops ist. >

Doppelsterne für jedermann

Scharfäugige Beobachter wissen, dass der Knick in der Deichsel des Großen Wagens von zwei Sternen markiert wird, die sehr eng beieinander stehen: Mizar und Alkor. Der Blick durchs Teleskop (unten) zeigt, dass die beiden von einem schwächeren dritten Stern begleitet werden. Überdies entpuppt sich Mizar (rechts) seinerseits als Doppelstern. In der Sternkarte ganz unten sind alle Doppelsterne der Tabelle auf S. 33 eingezeichnet, die im Text vorgestellt werden. Sie gilt für Mitte September um 23.30 MESZ beziehungsweise Mitte Oktober um 21.30 MESZ.



NIGHT SKY, RICHARD T. FIENBERG



AH, ARTBITE

Gespaltene Persönlichkeit

Nicht jedes Teleskop kann die Partner eines engen Doppelsterns optisch trennen, also einzeln abbilden. Dabei spielt es keine Rolle, welche Vergrößerung Sie verwenden. Um die minimale Winkelauflösung einer bestimmten Optik zu ermitteln, wird oft die so genannte Dawes-Grenze herangezogen. Sie richtet sich nach der Öffnung beziehungsweise dem Spiegeldurchmesser des Teleskops: je größer die Öffnung oder der Spiegeldurchmesser, umso höher das Auflösungsvermögen. Ein kleiner Refraktor mit 60 Millimeter Öffnung (die Dawes-Grenze beträgt hier zwei Bogensekunden) kann aus anderthalb Kilometer Entfernung noch zwei nebeneinander liegende Centstücke getrennt abbilden. Ein 150-Millimeter-Spiegelteleskop (die Dawes-Grenze beträgt hier 0,8 Bogensekunden) ist hingegen in der Lage, aus der gleichen Distanz noch zwei Erbsen optisch zu trennen.

> Doppelsterne wirken am besten, wenn Sie so schwach vergrößern, dass die Partner gerade noch einzeln erkennbar sind. Bei weiten Doppelsternen (also jenen mit größerem Abstand) liegt diese ideale Vergrößerung meist zwischen 25fach und 50fach. Enge Paare erfordern mindestens 100fache Vergrößerung und lassen sich nur bei gutem Seeing trennen.

Reiseziele

1. Epsilon Lyrae (ε Lyr) ist der berühmte Vierfachstern in der Leier. Im Sucherfernrohr finden Sie dieses System nahe der auffälligen Wega, was das Auffinden enorm erleichtert. Schon bei niedriger Vergrößerung sehen Sie zwei weit auseinander stehende Sterne. Ein Acht- bis Zehn-Zentimeter-Teleskop zeigt bei hundertfacher Vergrößerung, dass es sich in Wahrheit um zwei sehr enge, weiße Doppelsterne handelt. Die Paare haben Orbitalperioden von jeweils einigen Jahrhunderten und kreisen um ein gemeinsames Schwerkraftzentrum. Sie benötigen etwa eine Million Jahre für einen vollständigen Umlauf! Vierfachsysteme wie Epsilon Lyrae kommen im All vergleichsweise selten vor – erst recht in dieser Schönheit.

2. Alya (Theta Serpentis, θ Ser): Dieser wunderschöne Doppelstern befindet sich westlich des hellen Atair. Die beiden Sterne stehen ziemlich weit auseinander und erscheinen schon in einem 60-Millimeter-Teleskop bei 25facher Vergrößerung deutlich getrennt. In einem Zehn-Zentimeter-Teleskop bei 50facher Vergrößerung bieten sie einen atemberaubenden Anblick. Alya zeigt keinen Farbkontrast: Ich sehe stets zwei rein weiße Lichtpunkte. Sie driften zusammen durch den Weltraum und gehören zur Gruppe der Doppelsterne mit gemeinsamer Bewegungsrichtung. Heutige Sterngucker schenken Alya nur wenig Aufmerksamkeit, während frühere Beobacher den Doppelstern mit schwärmerischen Attributen belegten wie »elegant«, »nobel«, »überragend« sowie »ein kaiserliches Paar in einer königlichen Umgebung«. Dies bezeugt, dass auch Doppelsterne ohne Farbkontrast hervorragende Fernrohrziele abgeben können.

3. Albireo (Beta Cygni, β Cyg): Wenn Sie einen erfahrenen Sterngucker nach dem schönsten Doppelstern am Nachthimmel fragen, wird die Antwort fast immer »Albireo« lauten. Sie finden dieses Sternpaar im Schwan, am Fuß des »Kreuz des Nordens«. Es liegt in der Mitte des Sommerdreiecks, das durch Wega, Deneb und Atair gebildet wird. Wenn Sie glauben, dass Sterne keine Farbe besitzen, dann schauen Sie sich einmal dieses funkelnde Juwel an! Der Hauptstern leuchtet goldorange, sein schwächerer Begleiter saphirblau. Dieser Farbeindruck ist echt und kommt nicht durch einen Kontrasteffekt zu Stande. Albireo ist ein Doppelstern mit weit auseinander stehenden Partnern – schon eine 50-Millimeter-Optik bei 25facher Vergrößerung zeigt die beiden Sterne säuberlich getrennt und lässt ihren Farbkontrast deutlich zu Tage treten. Sie befinden sich etwa gleich weit von der Erde entfernt und treiben gemeinsam durch die Milchstraße.

4. Omikron-1 Cygni (o¹ Cyg): Dieses auffallende Sternsystem liegt westlich von Deneb (α Cygni) und besteht aus drei Sternen, die leicht aufzulösen sind. Sie haben unterschiedliche Helligkeiten, ihre Farben sind rot (oder rotorange), weiß und blau. Ein 75-Millimeter-Teleskop zeigt das System bei 30facher Vergrößerung in fantastischer Qualität. Omikron-1 Cygni ist einer der schönsten, farbenprächtigsten und am leichtesten zu beobachtenden Dreifachsterne. Allerdings ist er nur ein optischer Mehrfachstern: Seine Mitglieder sind 720, 1350 und 1720 Lichtjahre von uns entfernt.

5. Gamma Delphini (γ Del): Praktischerweise markiert dieses Kleinod die Nase des kleinen Sternbilds Delphin – dadurch ist es einfach zu finden. Bereits ein 75-Millimeter-Teleskop zeigt bei 50facher Vergrößerung, dass es sich um zwei ziemlich eng beieinander stehende Sterne mit geringfügig unterschiedlichen Farben handelt. Welche Farben das sind, wird sehr unterschiedlich beschrieben. Die meisten Sterngucker erkennen einen tiefgelben Hauptstern und einen schwach smaragdgrünen Begleiter. Wenn Sie mehr als etwa den doppelten Objektivdurchmesser in Millimetern vergrößern – bei einem 75-Millimeter-Teleskop also mindestens 150fach –, verwandeln sich die Lichtpunkte in Beugungsscheibchen. Bei dieser »leeren Vergrößerung« werden zwar keine weiteren Details mehr sichtbar, dafür treten die Farben der Sterne deutlicher hervor. Bislang konnte nicht nachgewiesen werden, ob die Sterne einander wirklich umkreisen – auf jeden Fall bewegen sie sich gemeinsam durch das All.

6. Enif (Epsilon Pegasi, ε Peg): Hier haben wir eine weitere »Nase«, diesmal jene des Pegasus. Obwohl Enif lediglich ein optischer Doppelstern ist, habe ich ihn hier aufgeführt, weil er nicht nur ruhig im Okular steht. Ein schwacher, bläulich violetter Stern steht in großem Abstand zum viel helleren, gelblichen Hauptstern. Wenn Sie Ihr Teleskop vor-

sichtig anstoßen, können Sie beobachten, wie der Begleitstern im Gesichtsfeld vor- und zurückschwingt, ähnlich einem Pendel. Dieses Phänomen bemerkte erstmals John Herschel im 19. Jahrhundert und schloss daraus korrekt, dass das Licht des schwachen Begleiters länger benötigt, um die Sinneszellen in der Netzhaut anzuregen. Daher erscheint seine Bewegung im Gesichtsfeld langsamer als die des Hauptsterns. Sie können diesen Effekt bereits mit einem Zehn-Zentimeter-Teleskop bei 50facher Vergrößerung beobachten, mit steigender Öffnung wird er immer deutlicher. Sterngucker gaben Enif deshalb den Spitznamen »Pendelstern«.

7. Delta Cephei (δ Cep): In der oberen rechten Ecke des Sternbilds Kepheus liegt ein in doppelter Hinsicht interessantes Objekt. Einerseits ist es ein attraktiver Doppelstern mit großem Abstand zwischen dem schwach orangefarbenen und dem bläulichen Partner. Möglicherweise erinnert er Sie vage an Albireo. Delta Cephei hat nicht nur einen Begleiter, sondern pulsiert auch noch: Er ist der Prototyp der Cepheiden-Veränderlichen, die Astronomen zur Entfernungsmessung im All einsetzen. Alle fünfeinhalb Tage nimmt die Helligkeit des Hauptsterns um fast eine Größenklasse ab. Das ist sogar für das bloße Auge gut zu erkennen.

8. Almach (Gamma Andromedae, γ And): Dieses Duo finden Sie am Ende der gekrümmten Linie jener Sterne, die das Sternbild Andromeda markieren. Die auffälligen Farben seiner Mitglieder – topas- und ozeanfarben – sind überaus eindrucksvoll. Der helle Primär- und der schwächere Sekundärstern stehen ziemlich nahe beieinander, aber schon ein 50-Millimeter-Teleskop zeigt sie bei 60facher Vergrößerung als getrennte Lichtpunkte. Viele Beobachter empfinden Almachs Farben als noch intensiver als jene von Albireo. Auch ich halte ihn für mindestens so reizvoll wie den bekannteren Stern im Schwan. Beide lassen sich zur gleichen Nachtzeit beobachten. Warum vergleichen Sie sie nicht einfach selbst miteinander? Almachs Komponenten driften gemeinsam durch den Raum, allerdings ist noch ungewiss, ob sie einander auch umkreisen. Er wurde erstmals 1777 von dem Mannheimer Hofastronomen Christian Mayer als Doppelstern entdeckt.

Sollte diese Auswahl Ihren Appetit auf Doppelsterne geweckt haben, finden Sie zehn weitere in der unten stehenden Tabelle auf dieser Seite. Ausführliche Listen und Beschreibungen gibt es in zahlreichen Beobachtungsführern, überdies können Sie viele Doppelsterne in Sternatlanten und -karten finden. Empfehlenswert sind unter anderem der »Kosmos Atlas Sterne und Planeten«, der »Deep Sky Reiseatlas« und der »Atlas für Himmelsbeobachter«, die allesamt über www.science-shop.de bezogen werden können.

Wie diese wenigen Beispiele belegen, können Sie sich sogar mit den kleinsten Teleskopen der Beobachtung von Doppelsternen hingeben. Wer sich noch nie auf die Jagd nach ihnen begeben hat, der hat wirklich was verpasst – und zwar einige der hellsten und farbenprächtigsten Wunder des Nachthimmels. <<

JOHANNES SCHEDLER

Der Doppelstern Albireo
bildet den Fuß des nördlichen Kreuzes und den Kopf des Schwans. Seine Komponenten schimmern golden und blau.

James Mullaney hat mehr als 20 000 Stunden mit Sternbeobachtung verbracht.

Doppelsterne für Fortgeschrittene

Hier finden Sie zehn weitere Prachtstücke aus dem Sortiment der Doppel- und Mehrfachsterne. Allesamt lassen sie sich an Herbstabenden und bereits mit kleinen Teleskopen beobachten. Es handelt sich durchweg um physische Doppelsterne – bis auf Alpha Capricorni, ein attraktives Paar orangefarbener Sterne, die recht weit auseinander stehen und daher bereits im Fernglas, manchmal sogar mit bloßem Auge, optisch getrennt werden können. Beide Sterne haben schwach leuchtende Begleiter, was Alpha Capricorni in den Rang eines Vierfachsystems erhebt. Benutzen Sie die Koordinaten, um die Objekte auf einer Sternkarte zu finden. Bei einem Go-to-Teleskop brauchen Sie nur die Koordinaten (oder die Namen der Objekte) auf der Steuerkonsole einzugeben.

Stern	R.A. / Dec.	scheinbare Helligkeit	Abstand	beste Vergrößerung	Farben	Entfernung (Lichtjahre)
Ny Draconis	17^h32^m / +55,2°	4,9; 4,9	weit	25×	beide weiß	120
95 Herculis	15^h02^m / +21,6°	5,0; 5,1	sehr eng	75×	rötlich, grünlich	400
Zeta Lyrae	18^h45^m / +37,6°	4,3 ; 5,9	weit	30×	topaz, grünlich	155
Alpha Capricorni	20^h18^m / –12,5°	3,6 ; 4,2	sehr weit	30×	beide orange	110, 700
61 Cygni	21^h07^m / +38,7°	5,2 ; 6,0	eng	50×	beide tieforange	11
Beta Cephei	21^h29^m / +70,5°	3,2; 7,9	eng	50×	beide bläulich weiß	980
Xi Cephei	22^h04^m / +64,6°	4,4; 6,5	sehr eng	75×	bläulich weiß, gelblich	80
Zeta Aquarii	22^h29^m / –0,1°	4,4; 4,5	sehr eng	100×	beide grünlich weiß	76
Eta Cassiopeiae	0^h49^m / +57,8°	3,4; 7,5	eng	75×	gelb, rot	19
Gamma Arietis	1^h54^m / +19,3°	4,8; 4,8	sehr eng	50×	beide bläulich weiß	200

NASA / ESA / UC BERKELEY, IMKE DE PATER UND MICHAEL WONG

»Junior« ist der kleinere Wirbelsturm links unterhalb des Großen Roten Flecks. Für dieses Hubble-Bild wurden rote, grüne und blaue Filteraufnahmen vom 25. April 2006 kombiniert.

Jupiters Junior-Fleck

Der kleine Bruder des Großen Roten Flecks steht nicht nur im Fokus des Weltraumteleskops.

>> Edwin L. Aguirre

Zwei Teams von Astronomen nahmen im April mit Hilfe des Hubble-Weltraumteleskops (HST) außerordentlich scharfe Bilder von »Roter Fleck Jr.« auf, dem erdgroßen Sturm, der zurzeit die Blicke der Jupiterbeobachter auf sich zieht. Der auch als »Oval BA« bekannte Wirbelsturm verblüffte sein Publikum, als er im Februar unerwartet und auf geheimnisvolle Art seine Farbe von Weiß nach Rot wechselte. Er hat jetzt fast dieselbe Tönung wie der berühmte Große Rote Fleck (GRF).

Zwei Arbeitsgruppen unter der Leitung von Amy Simon-Miller (Nasa, Goddard Space Flight Center) sowie von Imke de Pater und Philip Marcus (University of California, Berkeley) untersuchten »Junior« im nahen Ultraviolett, im sichtbaren Licht und im nahen Infrarot mit der Advanced Camera for Surveys des HST. Die Bilder, die fast so detailreich sind wie jene, die die Voyager-Sonden 1977 zur Erde funkten, zeigen wirbelnde Wolkenformationen innerhalb und nahe am neuen Fleck. Dazu gehört auch der helle Rand, der bei Junior sehr auffällig ist, während er um den Großen Roten Fleck dunkler erscheint.

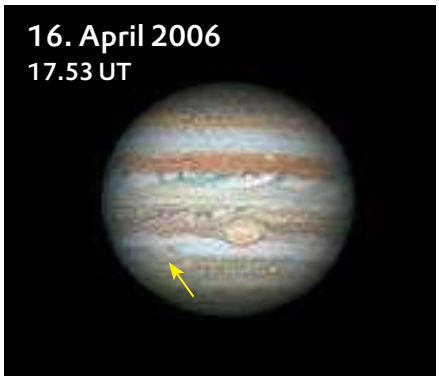
Die Farbe Rot

Für die rötliche Färbung des Sturmgebiets wurden im Lauf der Jahre schon viele Verbindungen aus Schwefel, Phosphor, Wasserstoff und Kohlenstoff verantwortlich gemacht. Nach einer Analyse des Spektrums mussten die meisten Hypothesen jedoch wieder verworfen werden – die Moleküle ergeben entweder die falsche Farbe oder entstehen nicht unter Jupiter-Bedingungen.

Ein wahrscheinlicher Kandidat ist Phosphorwasserstoff (Phosphin, PH_3), ein farbloses, brennbares und giftiges Gas, das in der Jupiteratmosphäre nachgewiesen wurde. Es könnte durch den Sturm aus tieferen Wolkenschichten an die Oberfläche befördert werden, wo seine Moleküle durch die UV-Strahlung der Sonne aufgebrochen werden. Folgereaktionen könnten dann zur Bildung von rotem Phosphor (P_4) führen.

»Andere Wissenschaftler bezweifeln dieses Modell«, berichtet de Pater. »Sie haben gezeigt, wie wichtig es ist, die Fotochemie von Phosphin mit der von Ammoniak zu kombinieren sowie mit Kohlenwasserstoffen, die von Methan abgeleitet sind. Dabei könnten Polymere und/oder organische Phosphorverbindungen wie Methylphosphin (CH_3PH_2) und Phosphaethin (HCP) entstehen. Daher ist unklar, welche Prozesse zu der Färbung des GRF führen – und der des Oval BA.«

Junior liegt im südlichen gemäßigten Gürtel (STB, siehe AH Juni 2005, S. 36) und folgt dem GRF durch die Drehung von Jupiter. Mitte Juli trafen sie sogar aufeinander. Welche langfristigen Folgen die Begegnung der beiden Stürme haben wird, ließ sich bei Redaktionsschluss noch nicht abschätzen. Junior entstand



CHRISTOPHER GO

NASA / ESA / UC BERKELEY, IMKE DE PATER UND MICHAEL WONG

Zweimal Jupiter am 16. April. Das rechte Bild stammt vom Hubble-Weltraumteleskop, das linke nahm ein Amateurastronom auf. Der Rote Fleck Jr. (Pfeil) steht kurz vor der Bildmitte, links unterhalb des Großen Roten Flecks. Norden ist oben.

zwischen 1998 und 2000, als drei kleinere weiße Ovale – bekannt als BC, DE und FA – miteinander kollidierten und zu BA verschmolzen (Bilder unten). Vor Jahrhunderten führte eine ähnliche Verschmelzung möglicherweise zur Entstehung des etwa eineinhalb mal ausgedehnteren Großen Roten Flecks.

Ein Supersturm

Der Große Rote Fleck ist zweifellos der mächtigste Sturm im Sonnensystem. Anhand von Daten der Galileo-Mission aus dem Jahr 1997 bestimmte Simon-Miller in ihm Windgeschwindigkeiten bis zu 650 Kilometer pro Stunde – in Oval BC wurden (vor der Verschmelzung) nur 430 Kilometer pro Stunde gemessen. »Das sind viel höhere Windgeschwindigkeiten als in einem irdischen Hurrikan oder Zyklon«, bemerkt Simon-Miller. »Auf der Erde rotieren diese Tiefdruckgebiete auf der Nordhalbkugel gegen den Uhrzeigersinn und auf der Südhalbkugel im Uhrzeigersinn. Auf Jupiter handelt es sich um Hochdruckgebiete oder ›Antizyklone‹, die in umgekehrter Richtung rotieren.«

Die Rotfärbung von Junior könnte darauf hindeuten, dass der Sturm stärker wird, obwohl seine Ausdehnung etwa gleich bleibt – 13 480 Kilometer im Vergleich zu den 20 740 Kilometern des GRF, wenn man die HST-Bilder von Simon-Miller und ihrem Team zu Grunde legt. Wie lange Junior seine Färbung behält und ob er in den nächsten Monaten wachsen oder schrumpfen wird, lässt sich nicht vorhersagen.

Philip Marcus, ein Experte für Strömungsdynamik, will die neuen Hubble-Bilder auf Hinweise untersuchen, ob auf Jupiter ein globaler Klimawandel abläuft. Im April 2004 schlug er in der Zeitschrift »Nature« vor, dass »das Verschwinden der weißen Ovale kein allein stehendes Ereignis war, sondern Teil eines wiederkehrenden Klimazyklus ist, durch den die meisten von Jupiters Wirbelstürmen im nächsten Jahrzehnt verschwinden werden«.

Wenn seine Computersimulationen stimmen, führt das Verschmelzen der weißen Ovale dazu, dass die Polarregionen abkühlen und die Temperaturen in der Äquatorregion um bis zu 10 Grad Celsius steigen. Dadurch würden die Jetstreams in der Atmosphäre gestört und neue weiße Ovale entstehen. Im Lauf von etwa 70 Jahren müssten die Ovale durch Turbulenzen und Störungen allmählich verschwinden und der Zyklus begänne von Neuem.

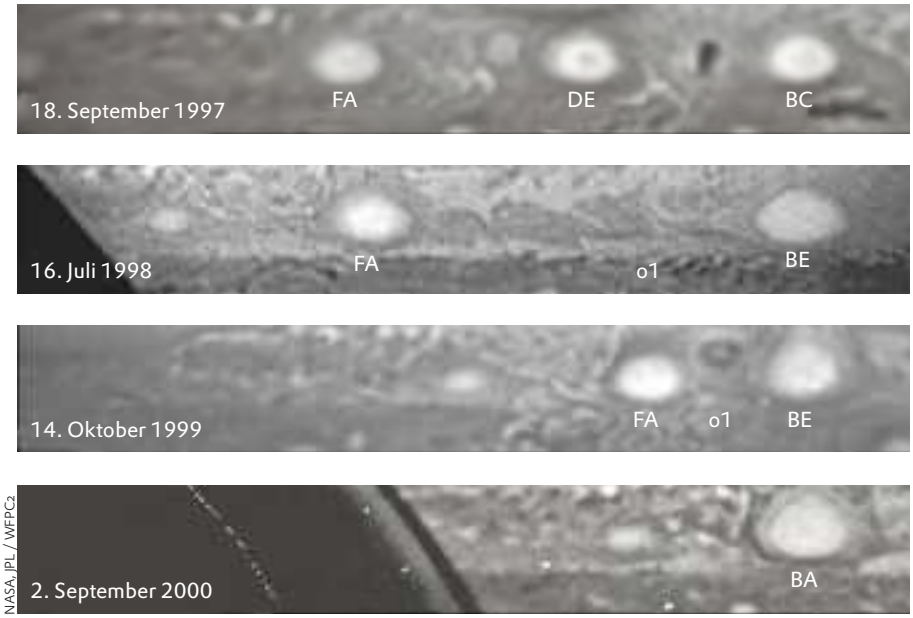
Die Teams von de Pater und Marcus erhalten Unterstützung durch Christopher Go, einen 36-jährigen Amateurastronomen und Planetenfotografen, der den Farbwechsel am 24. Februar 2006 erstmals bemerkte. Über die Jupiter-Sektion der Association of Lunar and Planetary Observers informierte er Beobachter auf der ganzen Welt. Er hat unter www.redspotjr.com eine eigene Webseite eingerichtet, auf der er bodengestützte Aufnahmen von Junior sammelt.

Amateure für die Wissenschaft

»Ich bin begeistert davon, mit Chris an dieser Sache zu arbeiten«, so de Pater. »Er ist eine riesige Hilfe dabei – sogar äußerst wichtig, würde ich sagen.«

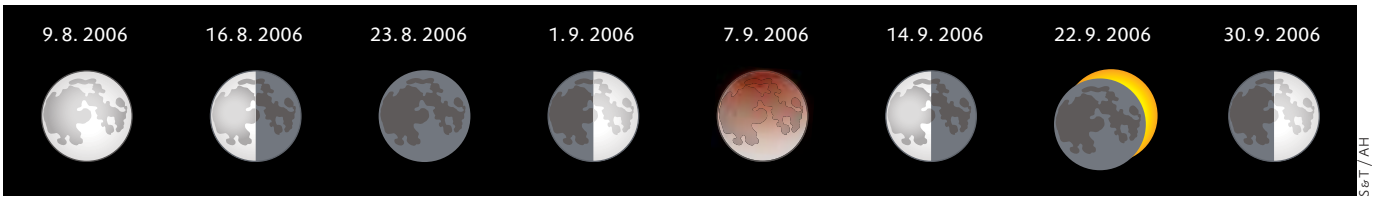
»Das ist alles sehr aufregend«, sagt Go. »Nicht einmal in meinen wildesten Träumen hätte ich mir vorstellen können, eines Tages Teil eines HST-Teams zu sein! Ich hatte niemals geplant, irgendetwas zu entdecken. Alles, was ich wollte, war, die bestmöglichen Jupiterbilder aufzunehmen, um der astronomischen Gemeinschaft gute Daten über den Planeten zu bieten.« <<

Edwin L. Aguirre beobachtete Jupiter erstmals 1976 mit seinem selbst gebauten 3½-Zoll-Refraktor.



NASA, JPL / WFPC2

Die weißen Ovale BC, DE und FA verschmolzen zwischen 1998 und 2000, wie diese Hubble-Space-Telescope-Bilder zeigen. Der dunkle Sturm o1 trennte längere Zeit FA und BE.



S & T / AH

Ein letzter Blick auf das Sommerdreieck

Wenn der Sommer in den Herbst übergeht, steht der nördliche Teil der Milchstraße abends im Zenit.

>> Fred Schaaf

Die beiden hellsten Sterne des Sommers sind noch nach Sonnenuntergang zu sehen. Einer steht tief im Nordwesten, der andere leuchtet etwas höher im Westen.

Auf unserer Übersichtskarte für die Zeit nach Mitternacht (S. 42) ist der erste schon unter dem Horizont verschwunden. Wenn Sie jedoch etwas früher nach draußen gehen, funkelt ihnen im Nordwesten noch der orangefarbene Arktur (Alpha Bootes, α Boo) entgegen, der Hauptstern des Bärenhüters.

Das zweite »Leuchtfeuer« finden Sie etwas höher und ein Stück weiter im Westen. Es ist Wega (Alpha Lyrae, α Lyr) in der Leier. Sie ist genauso hell wie Arktur, erscheint jedoch blau-weiß. Auf unserer Karte finden Sie sie auf halber Strecke zwischen Westhorizont und Zenit.

Ebenfalls hoch über dem Horizont stehen Deneb (Alpha Cygni, α Cyg) und Atair (Alpha Aquilae, α Aql). Sie befinden sich östlich und südlich von Wega. Zusammen bilden die drei hellen Sterne eines der markantesten Wahrzeichen der heißen Jahreszeit: das Sommerdreieck. Es ist kein offizielles Sternbild, erleichtert aber die Orientierung am Himmel sehr.

Deneb steht am Ende des Schwans. Er bildet gleichzeitig die Spitze des »Kreuz des Nordens«. So wird der hellste Bereich innerhalb der Konstellation genannt, der tatsächlich die Form eines Kreuzes hat.

An dessen anderem Ende (beziehungsweise am Kopf des Schwans) steht Albireo (Beta Cygni, β Cyg). Wenn Sie ihn durch ein kleines Fernrohr betrachten, können Sie bereits seine beiden goldenen und blauen Komponenten erkennen. Er ist einer der schönsten Doppelsterne am Himmel (S. 32).

Bei einem sehr dunklen Himmel sehen Sie entlang dem Schwanenhals einen besonders hellen Bereich der Milchstraße, die Cygnus-Sternwolke (Foto links). Sie ist eine der sternreichsten Regionen, die Sie mit einem Feldstecher erforschen können. Der Schwan besitzt noch weitere Sehenswürdigkeiten wie den Nordamerikanebel und den Schleier- oder Zirrusnebel, die Sie mit Teleskop, Sternkarte und ein wenig Erfahrung entdecken können. Für die lichtschwachen Nebel benötigen Sie aber auf jeden Fall einen sehr dunklen Standort.

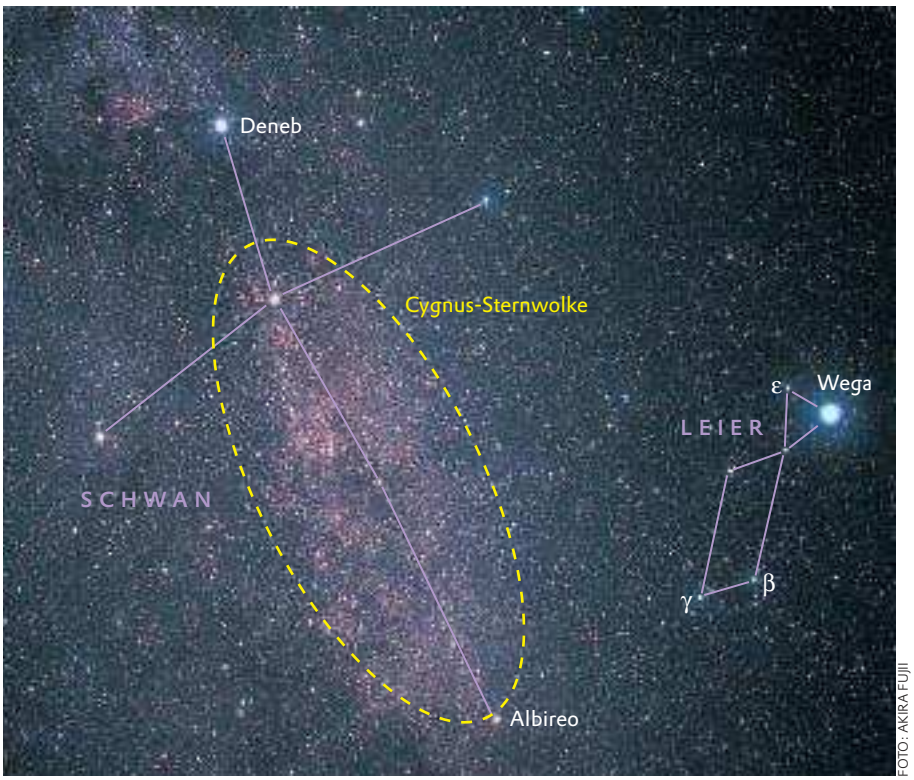
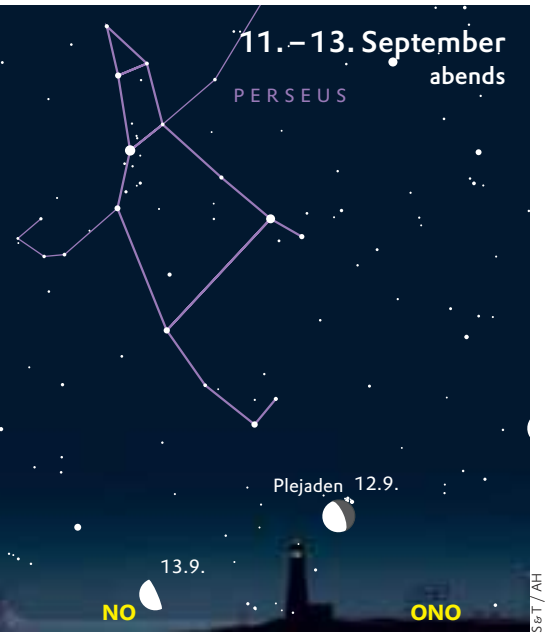
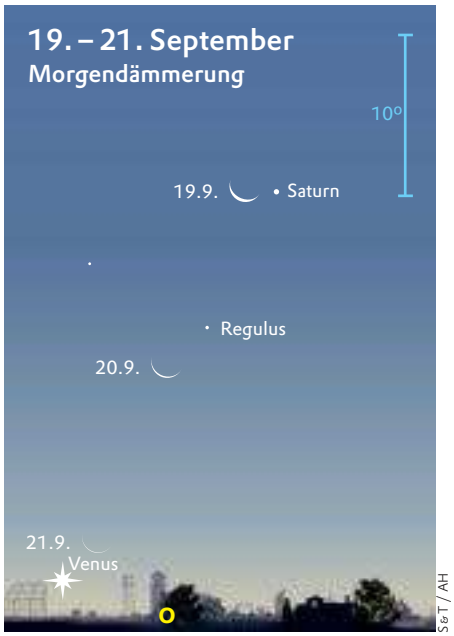


FOTO: AKIRA FUJII

Die Cygnus-Sternwolke im Schwan ist einer der sternreichsten Bereiche der Milchstraße.





Der Mond hat Mitte September zwei interessante Begegnungen – nach einer Plejadenbedeckung (links) besucht er Saturn und Venus (rechts).

Der dritte Eckpunkt des Sommerdreiecks, Atair, markiert den Kopf des Adlers. Er wird auf beiden Seiten von schwächeren Sternen flankiert. Unter dem Adler liegt der Schild (»Scutum«, Sct, S. 46). Obwohl dieser recht unauffällig ist, enthält er einen sehr hellen Bereich der Milchstraße: die Schildwolke. Scheinbar in ihrer Mitte sehen wir den sternreichen offenen Haufen M11, der uns jedoch deutlich näher steht als die Wolke.

Planeten im September

Jupiter ist der einzige Planet, den Sie am Abend mit bloßem Auge leicht erkennen können. Er leuchtet während und nach der Abenddämmerung hell im Südwesten bis Westsüdwesten. Der Gasplanet zieht diesen Monat nördlich an Alpha Librae (α Librae) vorbei und steht am 11. und 12. nur ein halbes Grad neben ihm.

Merkur und Mars begegnen sich am 15. September, doch befinden sich beide zu nah an der Sonne, um in der Dämmerung sichtbar zu sein.

Saturn steht zu Beginn der Morgendämmerung im Ostsüdosten. Schauen Sie auch einmal nach Regulus etwas links unter ihm. Saturn besitzt momentan eine Helligkeit von 0,5ter Größe, etwas schwächer als in den vergangenen Jahren. Mit einem Teleskop können Sie die Hauptursache dafür leicht erkennen: Die Neigung seiner Ringe hat abgenommen.

Venus sinkt immer tiefer in die Morgendämmerung. Sie steht tief am Osthorizont (Grafik rechts).

Der aufgehende Mond erlebt am 7. September eine unauffällige partielle Verfinsterung, die gegen 20.52 Uhr ihren Höhepunkt erreicht. Auffälliger ist seine Begegnung mit den Plejaden, die er am 12. September bedeckt (Grafik links). Eine Woche später steht er in der Morgendämmerung des 19. September als Sichel zwischen Saturn und Regulus. Zwei Tage darauf erscheint die noch schmalere Sichel nahe bei Venus (Grafik rechts). Zurück am Abendhimmel steht die zunehmende Mondsichel am 25. horizontnah unterhalb von Jupiter und am 26. September links unter ihm.

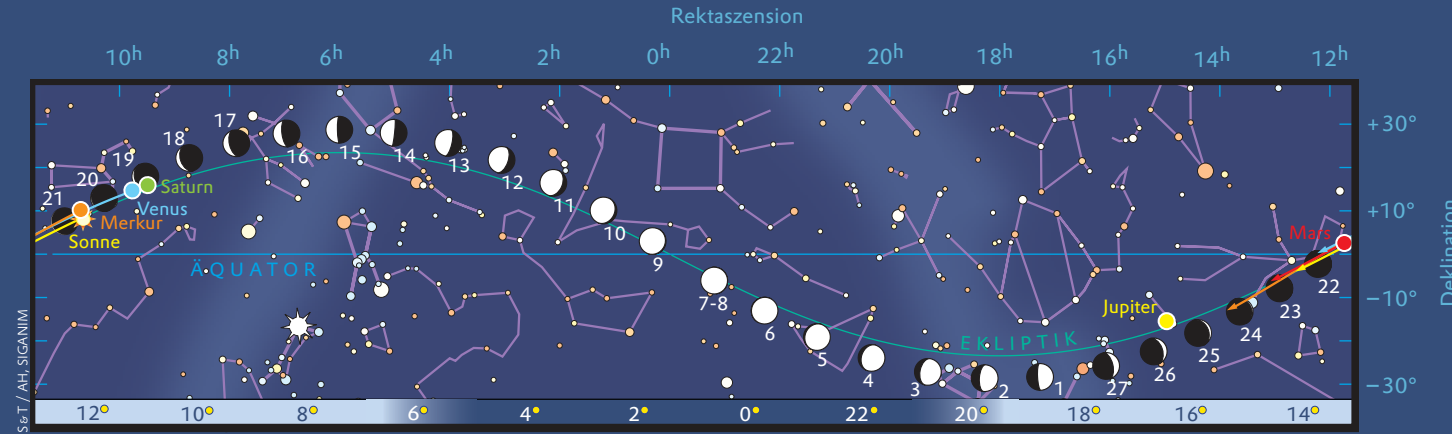
Die Sonnenfinsternis am 22. September ist von Deutschland aus leider nicht zu sehen. Der Kernschatten zieht hauptsächlich über das Meer, Südamerika und den Süden Afrikas. Die Teilnehmer unserer Leserreise nach Französisch-Guayana können die Finsternis und den europäischen Raumhafen in Kourou erleben (AH 6/2006, S. 57).

Die Sonne erreicht die Tag-und-Nacht-Gleiche am 23. September um 6.03 Uhr und läutet damit den Beginn des Herbsts auf der Nordhalbkugel und den des Frühlings auf der Südhalbkugel ein. <<

Das Monatspanorama zeigt die Phasen und Positionen des Monds vom 22. August bis zum 21. September. Die Pfeile kennzeichnen die Bewegungen von Sonne und Planeten vor den Fixsternen von Monatsanfang bis -ende. Die untere Leiste gibt die ungefähre Ortszeit an, wenn der darüberliegende Bereich zur Monatsmitte im Süden steht.

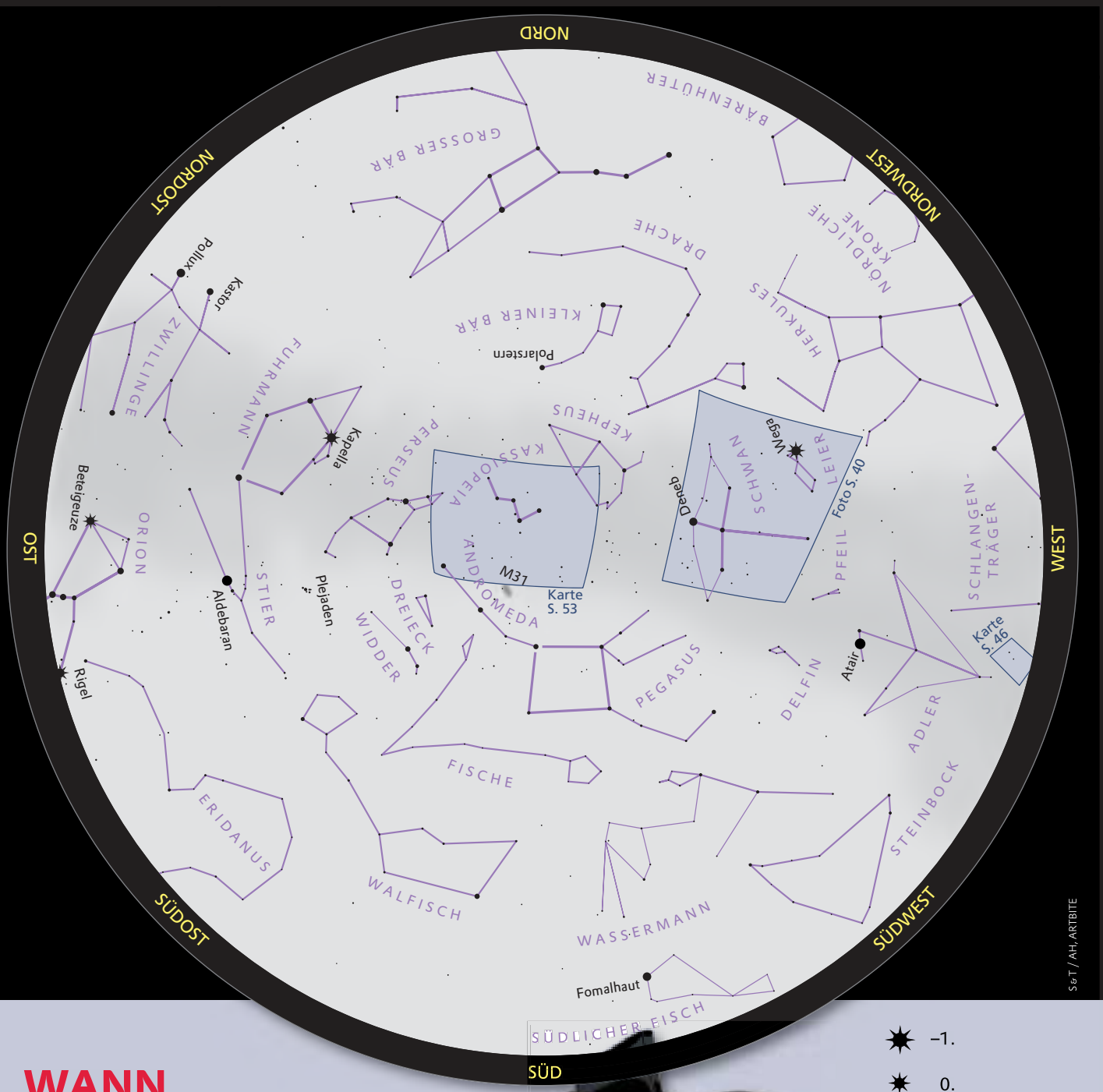
Fred Schaaf wird im September den Mond nicht aus den Augen lassen.

Der Mond und die Planeten im September 2006



Der Mond ist zum besseren Erkennen der Mondphasen auf allen Karten in Übergröße dargestellt.

STERNTAFEL



S&T / AH, ARTBITE

WANN

Der Zeitleiste (oben rechts) können Sie die Gültigkeit der Sternkarten entnehmen. Wählen Sie das Datum anhand des Monats oder der Kalenderwoche (KW) und lesen Sie direkt darunter die zugehörige Uhrzeit ab. Beispiele:

August, zweite Hälfte:	**3 Uhr°**
September, zweite Hälfte:	**1 Uhr°**
Oktober, zweite Hälfte:	**23 Uhr°**

*Mitteleuropäische Zeit (MEZ, UT+1)
°Sommerzeit (MESZ, UT+2)

S&T

–1.
0.
1.
2.
3.
4.
5. Größenklasse

WIE

Auf den Sternkarten sehen Sie den Himmelsausschnitt, der sich Ihnen zu den in der Leiste (ganz oben) angegebenen Uhrzeiten präsentiert. Die Schwarz-Weiß-Karte (links) verzeichnet die wichtigsten Sternbilder, Namen der hellen Sterne und Fotos oder Detailkarten in diesem Heft. Die Nachthimmelkarte (oben) entspricht dann dem, was Sie unter freiem Himmel sehen.

Zur Orientierung halten Sie die Karten vor sich, und zwar so, dass der Rand mit der Himmelsrichtung, in die Sie schauen, zum Boden zeigt. Die Sterne am Rand der Karte stehen direkt über dem Horizont. Die im Zentrum der Karte dargestellten Sterne befinden sich genau über Ihnen – im Zenit.

Beispiel: Das Herbstviereck des Pegasus läuft gerade in Zenitnähe durch den Meridian. Auch Andromeda mit M 31 und Kassiopeia erreichen ihre größte Höhe über dem Horizont. Das Sommerdreieck aus Wega, Atair und Deneb prangt im Westen, wo sich die Milchstraße steil über den Himmel spannt. Von den fünf hellen Planeten ist nichts zu sehen, alle stehen zu nah an der Sonne und tauchen nur morgens und abends auf.

Die Karten sind für fünfzig Grad nördliche Breite berechnet, das entspricht in etwa der Linie Luxemburg – Frankfurt am Main – Prag. Beobachter in Alpennähe sehen die Sterne im Süden etwas höher über dem Horizont und die im Norden etwas niedriger. In Norddeutschland ist es genau umgekehrt.

Wissen aus erster Hand

spektrumdirekt
Die Wissenschaftszeitung im Internet

Die Redaktion von spektrumdirekt informiert Sie online schnell, fundiert und verständlich über den Stand der Forschung.

www.spektrumdirekt.de/info

FELDSTECHERTIPP

M 24: Insel aus Sternlicht

Unsere Vorfahren hatten noch einen ungetrübten Blick auf die Milchstraße und müssen mit diesem Anblick tief verbunden gewesen sein. Das leuchtende Band von Milliarden Sternen, das an dunklen Standorten fast wie Wolken den Himmel überspannt, beeindruckt jeden, der es zum ersten Mal sieht. Heute können Sie sich schon glücklich schätzen, wenn die Milchstraße von Ihrem Standort aus gerade noch als leichtes Schimmern wahrzunehmen ist. Die zunehmende Lichtverschmutzung überstrahlt ihr schwaches Licht wie auch das vieler anderer Deep-Sky-Objekte. M 24, unser abendliches Ziel, leidet ebenfalls stark unter dieser Aufhellung des Nachthimmels, da zum Finden eine gut sichtbare Sommermilchstraße unabdingbar ist.

Die »Kleine Schützenwolke«, wie M 24 auch genannt wird, ist allerdings kein Deep-Sky-Objekt im üblichen Sinn. Sie besteht aus vielen tausend Sternen in etwa 12 000 bis 16 000 Lichtjahren Entfernung. Der Clou ist, dass wir diese durch eine Art »Tunnel« im interstellaren Staub sehen, denn rundherum ist die Sichtweite durch die Staubmassen in der Regel auf wenige tausend Lichtjahre begrenzt. So haben Sie bei M 24 freie Sicht bis etwa zur Hälfte der Strecke zum Zentrum unserer Galaxis!

Charles Messier sah M 24 wahrscheinlich schon mit dem bloßen Auge gut. Am 20. 6. 1764 vermerkte er in seinem Katalog: »… großer Nebel, in dem viele Sterne verschiedener Helligkeiten sind, das Licht, das in diesem Haufen verstreut ist, ist in mehrere Partien unterteilt …« Diese Beobachtung können Sie mit einem Feldstecher nachvollziehen. Dabei erscheint M 24 als große, leuchtende Sterninsel inmitten der Milchstraße zwischen Schild (S. 46) und Schütze. Auffallend ist die leicht gebogene, rechteckige Form, die etwa der zehnfachen Fläche des Vollmonds entspricht. Mit etwas Geduld können Sie auch zwei dunkle Staubwolken im Nordwesten vom M 24 erkennen.

Nehmen Sie doch an einem Ihrer nächsten Beobachtungsabende auch einmal Freunde mit: M 24 wird sicher einen bleibenden Eindruck hinterlassen! **>> Lambert Spix**

Ranhalten! Nur gleich nach Einbruch der Dunkelheit steht der Schütze auch im September noch über dem Südsüdwesthorizont.

ECKHARD SLAWIK

In den Monaten Januar und Februar 2007 bietet ASTRONOMIE HEUTE zweimal eine Reise in das Land der größten Sternwarten der Welt, geleitet von Joachim Biefang: 14 Tage Programm in Chiles Norden mit einem Besuch des Very Large Telescope und eine 7-tägige Verlängerung nach Patagonien im äußersten Süden mit seinen Nationalparks und Gletschern.

LESERREISEN NACH CHILE

Großteleskope und großartige Natur in den Anden

Das bolivianische Urvolk der Aymara nannte es »Chilli« – das Land, wo die Welt zu Ende ist. Begrenzt durch Pazifik und hohe Gebirgsketten, verbindet sich hier das Blau des Himmels mit der weiten Farbpalette der Anden und ihrer Vegetation.

Die vorgelagerte Küstenkordillere bietet der Astronomie die wohl besten Beobachtungsbedingungen, die auf unserem Globus zu finden sind. Der Cerro Paranal mit seinen vier berühmten VLT-Teleskopen (rechts Mitte; Bilder der letzten Leserreise) hat 350 klare Nächte pro Jahr. Wir werden das Glück haben, nicht nur unter einem dieser Teleskopgiganten (rechts oben) zu stehen, sondern ihn sogar zu besteigen.

La Silla, Las Campanas, Cerro Tololo und Cerro Pachon sind weitere bekannte Großobservatorien. Einige dieser beeindruckenden technischen Meisterwerke werden wir besichtigen – Technik, die mehr will, als nur Technik zu sein. Welche Sternwarten wir besuchen, entscheidet sich kurzfristig vor Ort. Die Beobachtung des südlichen Sternhimmels samt Milchstraße und den berühmten Magellanschen Wolken steht natürlich auch auf dem Programm.

Kommen Sie mit und lassen Sie sich von Chiles Norden verzaubern: Erleben Sie über 6000 Meter hohe Andengipfel, das drittgrößte und höchste Geysirfeld der Welt (rechts unten), die malerischen Hochlandlagunen des Altiplano und den großen Salzsee »Salar de Atacama« mit seinen Flamingokolonien. Weitere Höhepunkte sind San Pedro de Atacama, die Salzblüte in der fantastisch geformten Salzkordillere, die weite Atacamawüste, das berühmte Valle Elqui und die Chorosinsel mit ihren Robben, Delfinen und Humboldtpinguinen.

Und wer mit der einwöchigen Verlängerung Südchile erleben will, wird mit stetem Blick auf die Anden 38 Breitengrade dieses lang gestreckten Landes überqueren. Dort erwarten uns die Magellanstraße, die malerischen Fjorde und Landschaften Patagoniens, der berühmte Nationalpark Torres del Paine, der argentinische Perito Moreno (großes Bild) und viele andere Gletscher, die von der hier befindlichen drittgrößten Eisfläche der Erde ausgehen.

WEITERE INFORMATIONEN

Reisedaten Januar 2007:

Hauptreise 9.1. – 23.1.
Verlängerung 22.1. – 29.1.

Reisedaten Februar 2007:

Hauptreise 6.2. – 20.2.
Verlängerung 19.2. – 26.2.

Reiseleitung: Joachim Biefang

Preis: Hauptreise 3050,– Euro,
Verlängerung 1160,– Euro

Infopaket und Buchung über:

Wittmann Travel,
Koldingstr. 21,
D-227690 Hamburg

Tel.: 040 851053-76

Fax: 040 851053-77

E-Mail: info@wittmann-travel.de

Web: www.wittmann-travel.de

GERNOT MENGES

ARNOLD BOCKEL

JOHANN RATZENBÖCK

MARIE LUISE SCHARNIK

Chile

Sternspaziergang durch die Schildwolke

Ein kleines Sternbild bietet eine große Palette himmlischer Preziosen.

>> Sue French

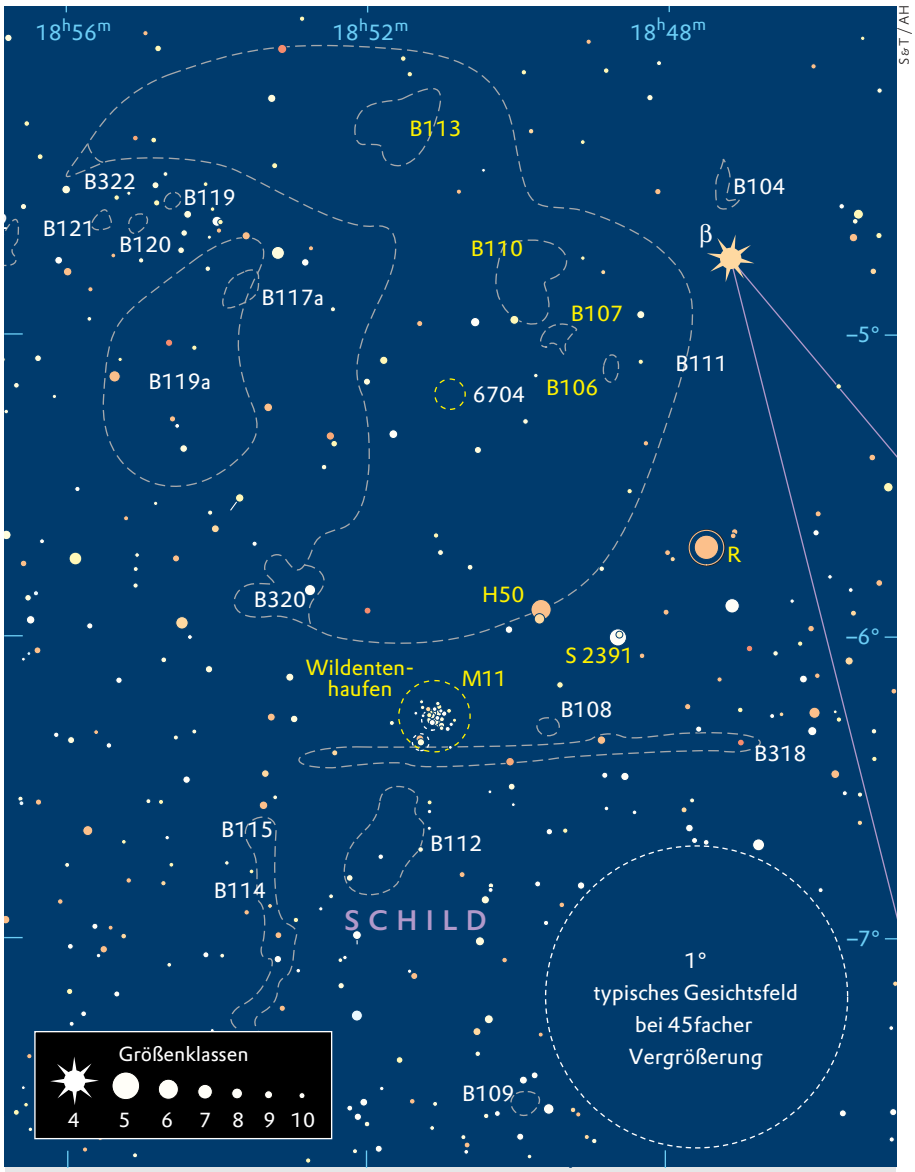
Scutum, der Schild, ist kein Sternbild aus der Antike. Es wurde erst 1687 von Johannes Hevelius in seinem Himmelsatlas »Uranographia« eingeführt. Ursprünglich nannte er es »Scutum Sobiescanum« (Sobieskis Schild), denn es sollte das Wappen des damaligen polnischen Königs Johann III. Sobieski symbolisieren. Der Schild ist das einzige heute noch existierende Sternbild, dessen Bezeichnung einen politischen Hintergrund hat.

Was seine Größe am Himmel angeht, so gibt es nur vier Sternbilder, die kleiner sind – zumindest, wenn man sich nach den im Jahr 1930 durch die Internationale Astronomische Union (IAU) offiziell festgelegten Grenzen richtet. Es enthält zwar keine Sterne heller als 4. Größe, ist aber wegen seiner Lage inmitten des leuchtenden Bands unserer Milchstraße reich an Deep-Sky-Objekten.

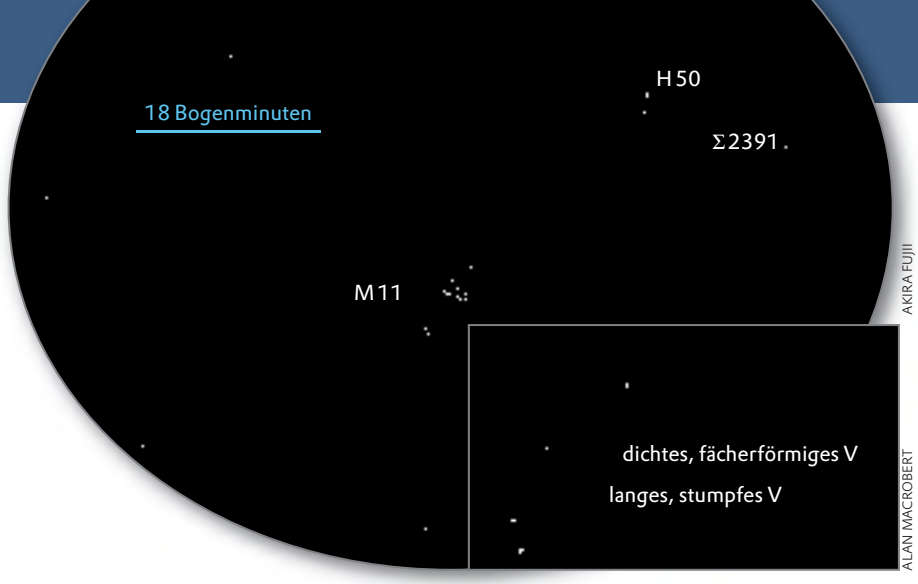
In einem Gesichtsfeld

Auf der Übersichtssternkarte in der Mitte des Hefts ist das eher unscheinbare Sternbild Schild nicht eingezeichnet. Es liegt zwischen Adler und Schütze und geht gegen Mitternacht gerade unter. Die hellen Bereiche dieses Sternbilds – auch Schildwolke genannt – bieten in einem Fernglas einen besonders schönen Anblick: Man erkennt das Glitzern von Myriaden von winzigen Sternpunkten. An ihrem nordöstlichen Rand befindet sich als Höhepunkt der prächtige Sternhaufen M11, mein absoluter Favorit unter allen offenen Sternhaufen.

M11 erkennt man bereits in einem Sucherfernrohr als kleinen, nebligen Fleck. Ebenfalls im Gesichtsfeld des Suchers, etwa 1,8 Grad in nordnordwestlicher Richtung, befindet sich Beta Scuti (β Sct), ein Stern 4. Größe. Ein Sechzig-Millimeter-Fernrohr zeigt M11 bei geringer Ver-



Ausgangspunkt unseres Spaziergangs rund um den Wildentenhaufen M11 ist Beta Scuti (β Sct), ein Stern 4. Größe am oberen Rand des Sternbilds Schild. Den zwei Grad in südsüdöstlicher Richtung befindlichen leuchtenden Fleck (M11) können Sie nicht übersehen! Und so benutzen Sie die Sternkarte: Norden ist oben und Osten ist links. Um herauszufinden, wo im Okular Norden ist, stoßen Sie das obere Ende Ihres Teleskops leicht in Richtung des Polarsterns; die neu im Gesichtsfeld auftauchenden Himmelsbereiche kommen von Norden. Drehen Sie die Sternkarte so lange, bis ihre Orientierung derjenigen im Okular entspricht.



Der offene Sternhaufen M 11 ist so dicht gepackt und reich an Sternen, dass man ihn auf den ersten Blick mit einem Kugelsternhaufen verwechseln kann. In der Skizze rechts unten, die W. H. Smyth im Jahr 1844 seiner Beschreibung des Objekts beifügte, ist der »Wildentenhaufen« klar zu erkennen.

größerung als kleinen, milchigen Nebelfleck, in den ein Stern 8. Größe (wahrscheinlich ein Vordergrundstern der Milchstraße) eingebettet ist. Verwenden Sie noch höhere Vergrößerungen, können Sie eine Hand voll der hellsten Sterne auflösen. Mein 105-Millimeter-Refraktor enthüllt bei 127facher Vergrößerung eine sehr sternreiche Ansammlung. Innerhalb einer Fläche von 13 Bogenminuten Durchmesser erkennt man über hundert Lichtpünktchen. Die fernen Sonnen scheinen in Bögen angeordnet, und ein Stern 9. Größe schmückt den südsüdwestlichen Rand des Haufens.

In seinem 1844 herausgegebenen Handbuch für Himmelsbeobachter »A Cycle of Celestial Objects« (Bedford Katalog) schreibt der pensionierte britische Admiral William H. Smyth über M 11: »ähnelt von der Form her einer Flugformation wilder Enten«. Seitdem ist M 11 auch als »Wildentenhaufen« bekannt. In der Skizze von Smyth ist die Spitze des v-förmigen Haufens abgerundet dargestellt und erinnert eher an den Kopf eines Kometen, mit einem zusätzlichen Bogen entlang dem Rand. Das hat im Verlauf der Jahre unter Sternfreunden oft zu Verwirrung darüber geführt, wo genau sich denn eigentlich die Kette der fliegenden Enten befinden soll. Unsere Grafik rechts oben versucht, das von Smyth beschriebene doppelte V zu verdeutlichen.

Ein halbes Grad nordwestlich von M 11 finden sich zwei Doppelsterne 6. Größe, die in Wirklichkeit optische Doppelsterne (siehe »Auch Sterne sind nicht gern allein«, S. 32) sind. Von Herschel VI 50 genannt, auch bekannt als ADS 11719, handelt es sich um ein relativ weit auseinander stehendes Sternpaar, das schon bei sehr niedriger Vergrößerung getrennt werden kann. Der Begleitstern 8. Größe steht 114 Bogensekunden südlich der Hauptkomponente. Σ 2391 (Struve 2391) ist ein enger Doppelstern, dessen Begleiter 9,5ter Größe in 38 Bogensekunden Entfernung in nordnordwestlicher Richtung vom Hauptstern steht. Bei dreißigfacher Vergrößerung können beide Doppelsterne leicht getrennt werden und befinden sich wiederum im gleichen Gesichtsfeld.

Die Farben der Sterne

Hier bietet sich eine gute Gelegenheit, Farbvergleiche anzustellen. Die meisten Beobachter beschreiben die Hauptkomponente von Herschel VI 50 als orange- oder goldfarben, während der Hauptstern von Struve 2391 meist als blauweiß, weiß oder gelbweiß beschrieben wird. Was jedoch die Farben der jeweiligen Begleitsterne anbelangt, so bestimmt hauptsächlich das subjektive Farbempfinden des jeweiligen Beobachters das Urteil. Wenn zwei Sterne nahe beieinander stehen, scheinen Kontrasteffekte sehr oft die Farben zu verstärken oder zu verändern. Das gilt besonders bei Sternpaaren mit großen Helligkeitsunterschieden. Manche Beobachter haben Herschel VI 50 als goldorange und bläulich beschrieben. Welche Farbe sehen Sie?

Ein halbes Grad nordwestlich von diesen beiden Sternpaaren stoßen Sie auf den veränderlichen Stern R Scuti. Er ist der hellste Vertreter einer Klasse von Veränderlichen, den so genannten RV-Tauri-Sternen. Hierbei handelt es sich um pulsierende gelbe Überriesen. Normalerweise fällt die Helligkeit von R Scuti innerhalb von einem Monat von 5. auf etwa 6. Größe ab. Bei jedem vierten oder fünften Minimum sinkt sie jedoch bis auf 8. Größe.

Der riesige Dunkelnebelkomplex Barnard 111 liegt unmittelbar nördlich von M 11, unseren beiden Doppelsternen sowie R Scuti. Er erstreckt sich etwa zwei Grad nordwärts und biegt dann in östlicher Richtung ab. Barnard 119a, von sichelförmiger Gestalt und etwa einem Grad Ausdehnung, liegt direkt östlich des südlichen Teils von Barnard 111. Ein Feldstecher oder ein Fernrohr mit einem sehr großen Gesichtsfeld ist nötig, um diese beiden Dunkelnebel in ihrer Gesamtheit zu überblicken. Innerhalb von B 111 gibt es zwei kleinere, dunklere Regionen, die schöne Ziele für Teleskope mit relativ kleinem Gesichtsfeld sind.

Barnard 110 ist ein zehn Bogenminuten großer dunkler Fleck etwa ein Grad nördlich von Herschel VI 50 und zirka 45 Bogenminuten östlich von Beta Scuti. In der Nähe befindet sich ein in ostwestlicher Richtung orientiertes Paar von Sternen 8,5ter Größe. Der westliche Stern leuchtet gelb und steht unmittelbar südlich vom auffälligsten Teil des Dunkelnebels.

Barnard 113 ist ein Dunkelnebel vergleichbarer Ausdehnung, jedoch von stark irregulärer Form. Er liegt dreißig Bogenminuten nordöstlich von B 110. Die beiden Objekte sind nur durch ein Band schwach leuchtender Sterne getrennt. Das Schild ist von Dunkelnebeln geradezu übersät, wobei B 110 und B 113 die auffälligsten sind. Wenn Sie in dieser Gegend spazieren schauen, versuchen Sie doch einmal, B 107 und B 106 zu finden. Diese beiden Dunkelnebel sind genauso dicht wie B 110 und B 113, aber wesentlich kleiner (siehe Aufsuchkarte links).

Die bisher erwähnten Objekte stellen nur einen kleinen Teil der himmlischen Kostbarkeiten dar, welche die Schildwolke bereithält. Das Sternbild Scutum mag zwar winzig sein, aber wie so oft werden die besten Dinge in kleiner Dosis verabreicht! <<

Sue French nimmt Ihre Beobachtungstipps per E-Mail auf Englisch gerne unter scfrench@nycap.rr.com entgegen.

Rillen auf dem Mond

Unser Trabant hat mehr zu bieten als nur die bekannten Krater, Schluchten und Wälle.

>> Charles A. Wood

Kreise, wo man hinschaut: nichts als Kreise. Die Mondoberfläche ist von kreisförmigen Gebilden aller Größenordnungen übersät, Einschlagkratern, Domen und riesigen runden Meeren. Wahrscheinlich erregen gerade deswegen die lang gestreckten Rillen auf unserem Trabanten unsere besondere Aufmerksamkeit. Was steckt hinter diesen ungewöhnlichen Gebilden und in welchem Zusammenhang stehen sie mit Meteoriteneinschlägen und Vulkanismus, den dominierenden geologischen Prozessen auf dem Mond?

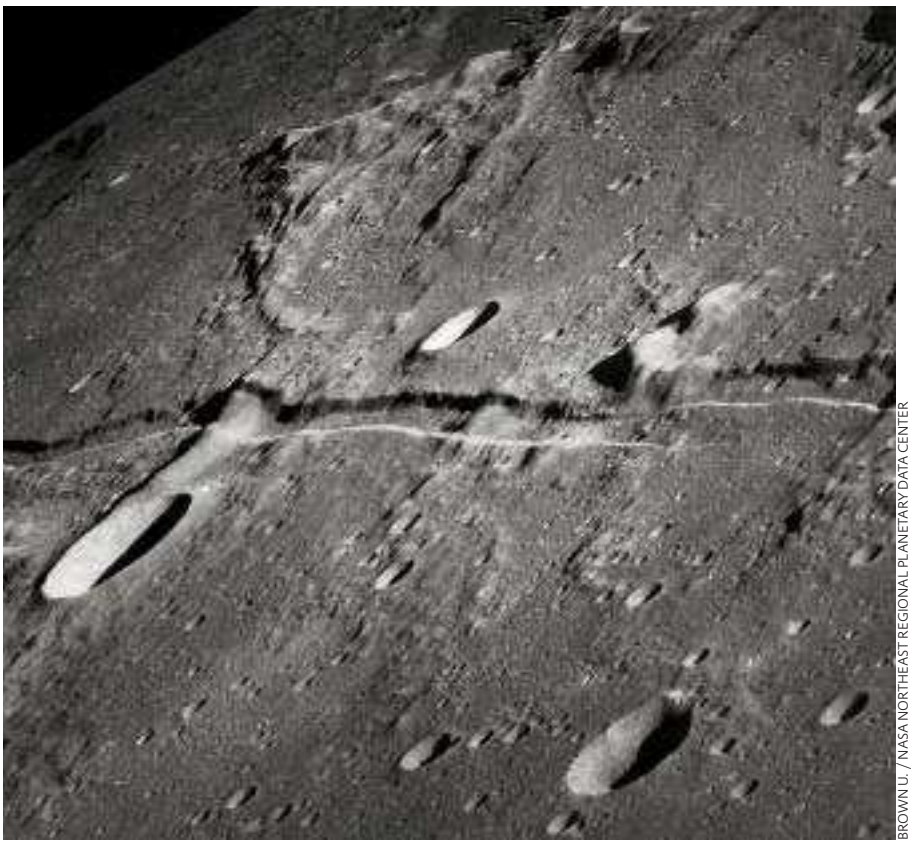
Es gibt einige Dutzend gerade Rillen (lateinisch Rima, Plural Rimae) auf dem Mond. Die bekannteste von ihnen, die auch am leichtesten zu beobachten ist, heißt Ariadaeus-Rille (L29 in meiner Lunar-Top-100-Liste). Sie wurde vor etwa 200 Jahren von dem deutschen Mondforscher Johann Schröter entdeckt und verläuft durch die hellen Ebenen westlich des Mare Tranquillitatis.

Tiefe Gräben

Die Ariadaeus-Rille ist 220 Kilometer lang, vier Kilometer breit, einige hundert Meter tief und hat steil abfallende Wände. Ein solches Gebilde bezeichnen die Geologen mit dem deutschen Wort Graben, das auch zum internationalen Fachausdruck geworden ist. Wenn Sie mit Ihrem Teleskop genau hinschauen, können Sie erkennen, wo der Boden verschoben wurde und zwischen den parallelen Wänden abgesackt ist.

Gräben entstehen in Regionen, die durch entgegengesetzte Kräfte auseinander gezogen werden. Auf der Erde geschieht dies an Stellen, wo die Erdkruste angehoben wird und dabei auseinander bricht. Der Boden zwischen den Abhängen sinkt ein und erzeugt so einen Graben. Sie können auch durch horizontale Bewegungen der Erdkruste entstehen, die so genannte Plattentektonik. Da es auf dem Mond aber weder Plattentektonik gibt noch große Gebiete, die nach oben gedrückt werden, müssen seine Gräben durch einen anderen Mechanismus entstanden sein.

Mehr als ein Drittel aller Rillen auf dem Mond treten nach Ansicht der Geologen im Zusammenhang mit Vulkanismus auf. In der Nähe des Kraters Ariadaeus befinden sich ein Einbruchsloch ohne Kraterwälle sowie ein Dom. Der Abschnitt der Parry-Rille, der den Krater Bonpland schneidet, wird von einer zehn Kilometer langen Reihe aus kleineren Vulkankegeln und angrenzenden Asche- und Lavaablagerungen begleitet. Auf Grund dieser Beobachtungen nimmt man an, dass gerade Rillen in Gebieten entstehen, deren Oberfläche durch so genannte Eruptivgänge aufgebrochen wurde. Diese Gänge im Gestein sind flache, breite Spalten, durch die Magma fließt oder früher floss.



BROWN U. / NASA NORTHEAST REGIONAL PLANETARY DATA CENTER

Aus der Umlaufbahn fotografierten die Astronauten von Apollo 10 einen Teil der Ariadaeus-Rille. Sie durchschneidet das Gelände nördlich von Silberschlag, dem auffälligen Krater am linken Bildrand.

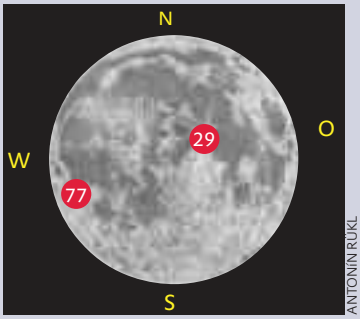
Je nach Sonnenstand sind die Gräben gut zu erkennen, die sich quer durch mehrere ältere Krater ziehen. Sie markieren den Verlauf alter Lavakanäle.

An den Stellen, an denen diese breiten Magmakanäle die Oberfläche erreichen, brechen sie aus und begraben die Quelle unter ihrer eigenen Lava. Dort, wo nur wenig Magma herausquillt, bilden sich kleine Kegel und Ablagerungen, wie zum Beispiel entlang der Parry-Rille. In vielen Fällen, so auch bei der Sirsalis-Rille, erreichte der Eruptivgang die Oberfläche jedoch nicht. Daher findet man keinerlei Spuren von Vulkanismus in dem umgebenden Gebiet.

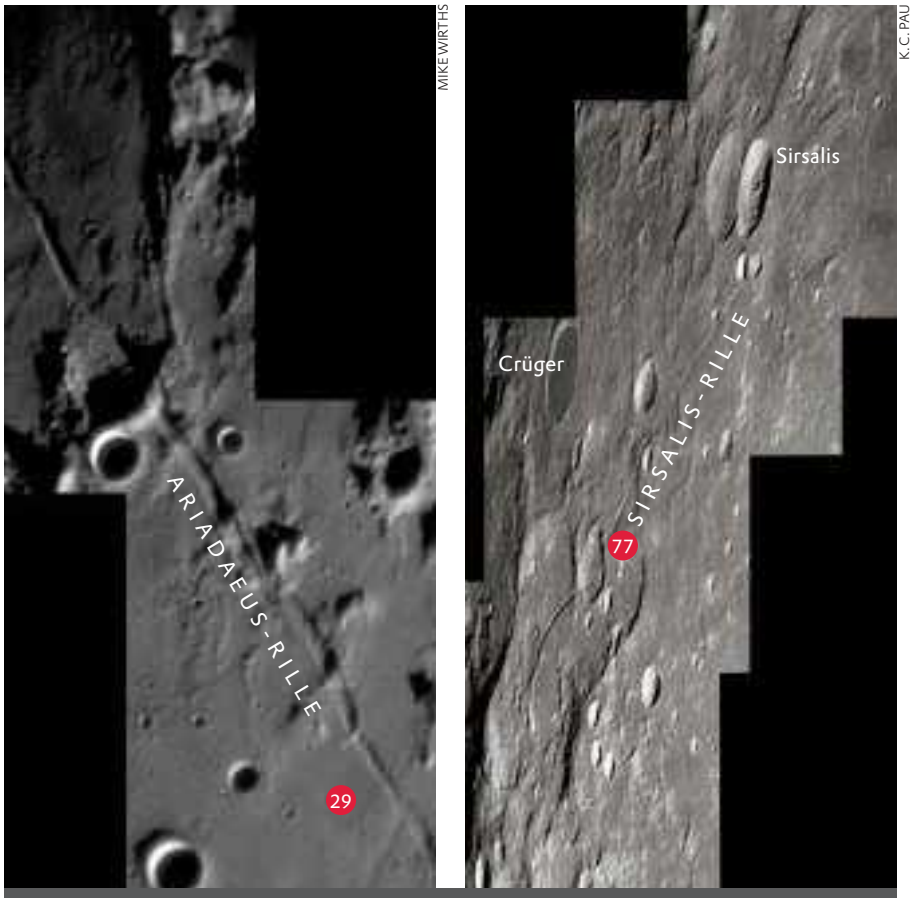
Überreste alter Lavakanäle

Lionel Wilson von der Lancaster University in England und James Head von der Brown University in Rhode Island, USA, haben diese Eruptivgänge und die Gräben auf dem Mond sehr genau studiert. Nach ihrer Deutung steigt die Lava in einem breiten und flachen Gesteinsgang nach oben und drückt das bereits bestehende Gestein auseinander. Dabei schafft sie Platz für den Graben, der sich danach formt. Im Fall der Sirsalis-Rille haben Wilson und Head berechnet, dass ein solcher 400 bis 600 Meter breiter Gesteinsgang von einer Magmaquelle in hundert Kilometer Tiefe bis auf 2,4 Kilometer an die Oberfläche herangekommen ist, bevor er sich abgekühlt und verfestigt hat. Das Magma erreichte demnach zwar nie die Oberfläche, aber es erzeugte den Spalt, über dem sich anschließend die Rille gebildet hat.

So finden Sie die Rillen



Günstige Beobachtungszeiten: **Ariadaeus-Rille:** 15.8. 2006; 30.8. 2006; 13.9. 2006; **Sirsalis-Rille:** 21.8. 2006; 19.9. 2006



Lunar Top 100 (AH 7-8/2004, S. 54)

29 **Ariadaeus-Rille:** langer, gerader Graben

77 **Sirsalis-Rille:** Rillensystem radial zum Procellarum-Becken

Rima Sirsalis ist die größte von etwa einem halben Dutzend gerader Rillen auf der dem Mondrand zugewandten Seite des Oceanus Procellarum. Die Rille ist rund 380 Kilometer lang und im Mittel etwa 3,5 Kilometer breit. Sie zerteilt das Material, das bei der Entstehung des Orientale-Beckens ausgeworfen wurde, und verschwindet dann am Rand des Oceanus Procellarum, dessen Lava folglich jünger sein muss. Ähnliche Gebilde findet man in der Nähe der Krater Mersenius, Grimaldi und Cardanus, die dementsprechend die Bezeichnungen Rima Mersenius, Rima Grimaldi und Rima Cardanus tragen. Alle diese linearen Rillen verlaufen ungefähr radial zum gebogenen Rand des Oceanus Procellarum und stehen möglicherweise in Zusammenhang mit der Entstehung des vermuteten Procellarum-Beckens. Die Existenz dieses uralten Einschlagbeckens ist noch nicht gesichert – es könnte unterhalb der Mondmeere Procellarum, Nubium und Tranquillitatis verborgen liegen, allerdings wäre es auch möglich, dass die Formationen, die als seine Überreste gedeutet werden, in keinem Zusammenhang miteinander stehen.

Aber unabhängig davon, ob es dieses Becken wirklich gab, haben die Magmakanäle unterhalb der Rillen vermutlich einen Teil der Lavamengen befördert, die heute den Oceanus Procellarum bilden.

Die Sirsalis-Rille zeigt noch eine überraschende Besonderheit. Sie ist stark magnetisch, obwohl der Mond selbst kein globales Magnetfeld besitzt. Die beste Erklärung für dieses Phänomern ist, dass das verfestigte Magma des Kanals Eisen enthält. Seltsamerweise zeigt keine andere der linearen Rillen eine solche magnetische Anomalie. Auf unserem alten Mond bleibt also noch einiges zu entdecken. <<

Charles A. Wood verbreitet sein Wissen über den Mond nicht nur in ASTRONOMIE HEUTE, sondern auch auf seiner Webseite http://cwm.lpod.org.

ALLE ABBILDUNGEN: STEFAN SEIP/AH

Der Phönix ist eines von vielen reizvollen Sternmustern, die ein aufmerksamer Beobachter am Nachthimmel finden kann.

Kleinigkeiten

Wenn man mit einem Fernglas den Himmel betrachtet, findet man immer wieder auffällige Gruppen aus Sternen, die die Fantasie anregen: Asterismen und Sternmuster. **>> Lambert Spix**

Neben den bekannten Deep-Sky-Objekten wie Galaxien und Nebeln gibt es eine Kategorie von Objekten, die weniger bekannt ist: die Asterismen. Sie bestehen aus Sternen, die wir in unserer Vorstellung mit Linien zu geometrischen Figuren und Bildern verbinden. Im Gegensatz zu offenen Sternhaufen sind Asterismen keine physikalisch zusammenhängenden Sternansammlungen, sondern bestehen aus Sonnen, die zufällig in der gleichen Blickrichtung stehen und so ein Muster bilden. Der deutsche Begriff Sternmuster beinhaltet zusätzlich auch auffällige Gruppen aus Sternen, die eine gemeinsame Vergangenheit haben – wobei die beiden Begriffe häufig gleichwertig verwendet werden.

Moderne Sagengestalten

Einige wenige Sternmuster sind bereits zu Klassikern geworden, zum Beispiel der Kleiderbügel im Sternbild Füchschen oder Kembles Kaskade in der Giraffe. Viele Asterismen haben eine so große scheinbare Ausdehnung am Himmel, dass sie für die Beobachtung mit einem Fernglas wie geschaffen sind.

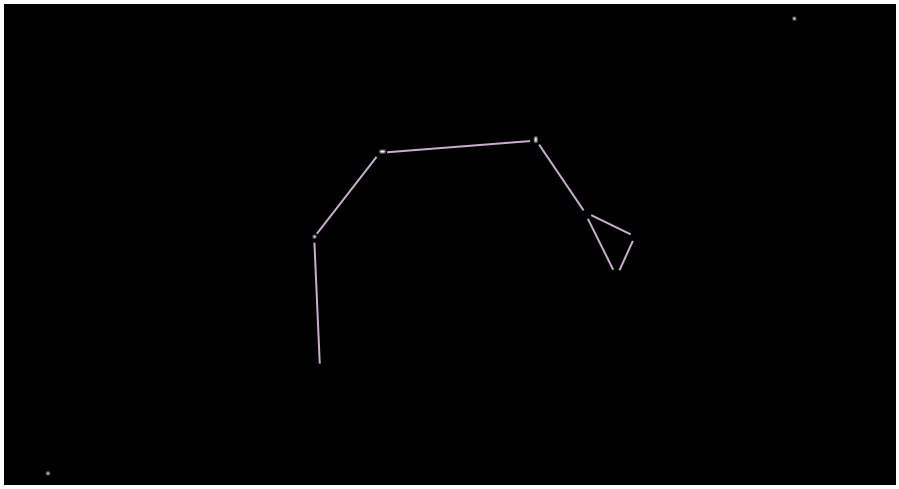
Während einiger Beobachtungsnächte im Spätsommer 2004, zu denen ich durch den Feldstechertipp »Der Verlobungsring« (AH 7-8/2004, S. 47) angeregt wurden, fielen mir in der sternreichen Region von Kepheus und Kassiopeia einige Sternmuster auf. Die Entdeckungsgeschichte einer dieser Formationen, des Phönix, habe ich schon früher beschrieben (AH 3/2005, S. 56).

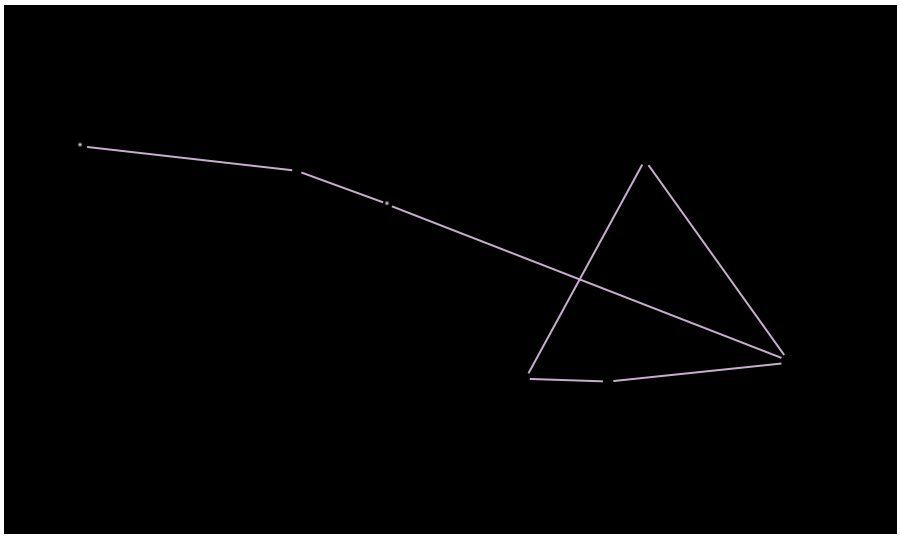
Heute möchte ich Sie zu einem Beobachtungsabend einladen, der ganz im Zeichen dieser Sternmuster steht. Wir werden den Phönix, den Drachen, einen Pfeil, den schon bekannten Eulenhaufen (NGC 457) und das Muskelmännchen besuchen. Spätsommer und Herbst sind die ideale Zeit zur Beobachtung dieser schönen Formationen. »Kleines Gepäck« wie ein Fernglas mit zehn- bis zwanzigfacher Vergrößerung und ein dunkler, klarer Vorstadthimmel genügen für unsere Reise. Alle fünf Sternmuster sind etwa so groß wie der Vollmond (dreißig Bogenminuten), lediglich NGC 457 ist etwas kleiner. Wenn Sie ein Teleskop verwenden, sollte es daher ein Gesichtsfeld von mindestens zwei Grad haben. >

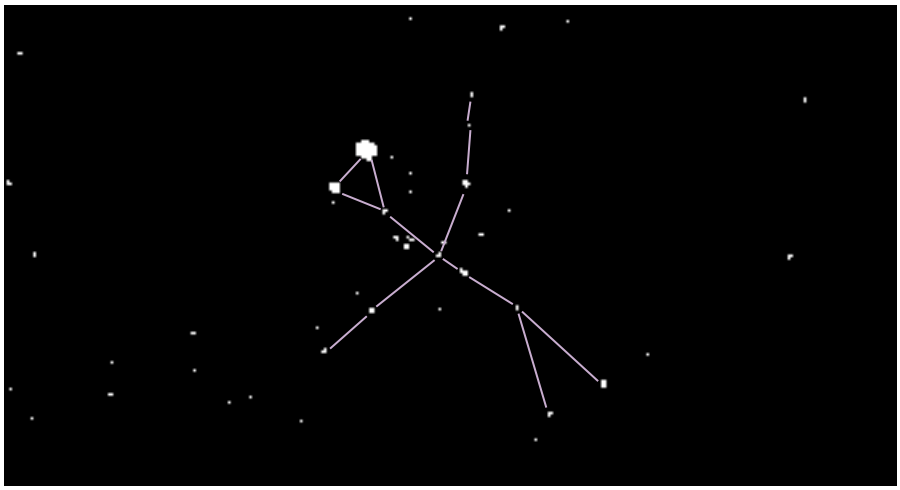
Haben Sie mal nachgeschaut?

Schicken Sie uns Ihre spannenden Erlebnisse rund ums Beobachten, ganz gleich, ob Sie durch einen Artikel in ASTRONOMIE HEUTE angeregt wurden oder durch ein aktuelles Ereignis:
nachgeschaut@astronomie-heute.de

Was sehen Sie? Der Drachen (oben) erinnert deutlich an das beliebte Spielgerät. Wie der Pfeil (Mitte) zu seinem Namen kam, ist ebenfalls leicht nachvollziehbar. Um im Eulenhaufen NGC 457 (unten) eine Eule zu erkennen, benötigt man hingegen schon etwas mehr Fantasie.







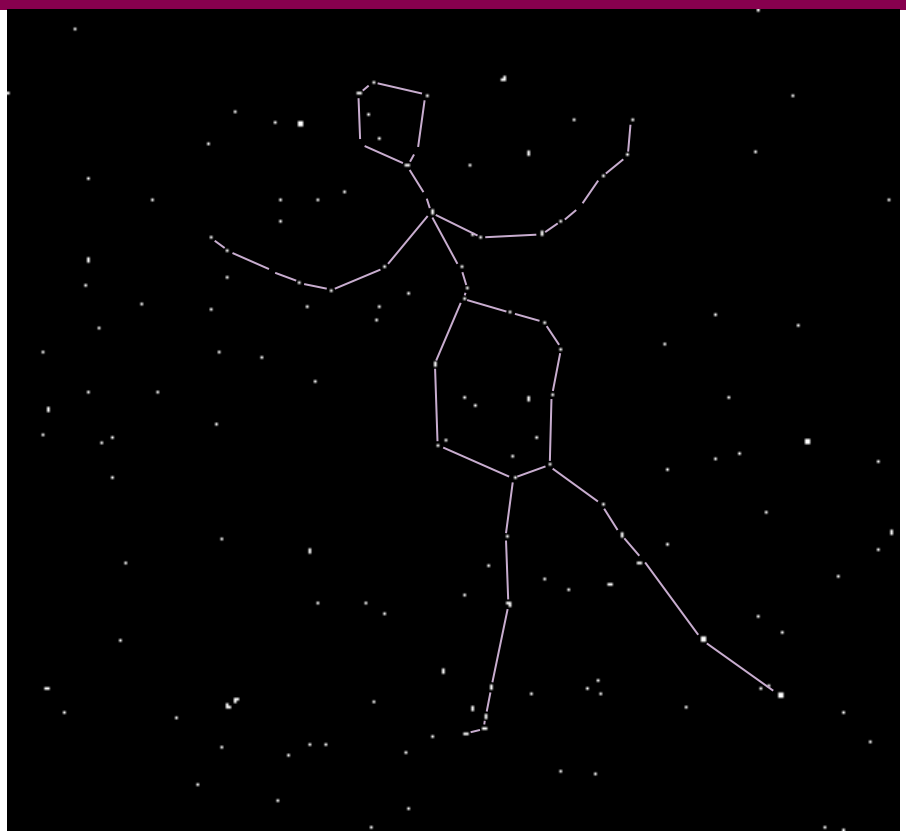
> Als Ausgangspunkt dient uns der Stern Zeta Cephei (ζ Cep) im Sternbild Kepheus. Von dort aus ist das erste Sternmuster, der etwa 20×25 Bogenminuten große Phönix, leicht zu finden. Nach einem Schwenk von sechs Grad Richtung Südosten sollte er in Ihrem Fernglas erscheinen. Achten Sie auf eine auffällige, s-förmig geschwungene Sternkette, die den Körper des Sagenvogels bildet, sowie auf einen Anhang mit v-förmiger Spitze links und zwei einzelne Sterne rechts von ihr: die Flügel. Ein Stern erscheint deutlich heller als die restlichen. Die Gruppe hebt sich klar vom Hintergrund ab und lässt den Phönix steil in den nächtlichen Himmel aufsteigen. Einmal eingeprägt, ist die Konstellation auch im kleineren 7×50-Fernglas gut zu identifizieren.

Drachenfliegen

Im Sternbild Kepheus an der Grenze zur Kassiopeia liegt das nächste Sternmuster, nicht allzu weit vom Phönix entfernt. Schwenken Sie etwa elf Grad nach Norden. Dort stoßen Sie auf Iota Cephei (ι Cep), einen gelblichen Stern 3,5ter Größe. Nach weiteren fünf Grad in Richtung Südosten finden Sie den Drachen (Bild oben). Der Name dieser Formation verspricht zwar einen weiteren Ausflug ins Sagenreich, beim genaueren Betrachten entpuppt sie sich jedoch als Abbild eines Flugdrachens aus der Kinderzeit: drei Sterne, die die typische dreieckige Drachenform nachzeichnen, dazu ein langer Schwanz aus einer fast halbkreisförmigen Kette mit fünf Sternen. Die etwa 20×20 Bogenminuten große Formation ist in ein sternreiches Gebiet eingebettet.

Den dritten Stopp machen wir beim Sternbild Kassiopeia. Suchen Sie Tsih (Gamma Cassiopeiae, γ Cas), den zentralen Punkt des großen Ws. Richtung Süden finden Sie in etwa acht Grad Entfernung den nächsten Asterismus unserer Tour: einen etwa ein halbes auf einen Grad großen himmlischen Wegweiser,

Koordinaten			
Objekt	**Größe**	**Rektaszension**	**Deklination**
Phönix	ca. 20′ × 25′	$22^h\,45^m$	+54° 51′
Drachen	ca. 20′ × 20′	$23^h\,15^m$	+64° 16′
Pfeil	ca. 30′ × 60′	$01^h\,00^m$	+52° 09′
Eulenhaufen (NGC 457)	15′ × 10′	$01^h\,19^m$	+58° 20′
Muskelmännchen	80′	$02^h\,15^m$	+59° 16′



»Muskelmännchen« mit deutlicher Neigung zum Bierbauch – zumindest bei dieser Art der Darstellung

den Pfeil (Bild S. 52, Mitte). Drei blaue und ein gelber Stern bilden den dreieckigen Kopf des Pfeils, der auf Zeta Cassiopeia (ζ Cas) im Nordwesten zeigt. Drei weitere Sonnen stellen den leicht gebogenen Schaft dar. Trotz einiger hellerer Sterne in der Umgebung des Pfeils ist die Figur deutlich zu erkennen.

Alte Bekannte

Zum Abschluss ergänzen zwei etwas bekanntere Sternhaufen die Beobachtungsobjekte des Abends.

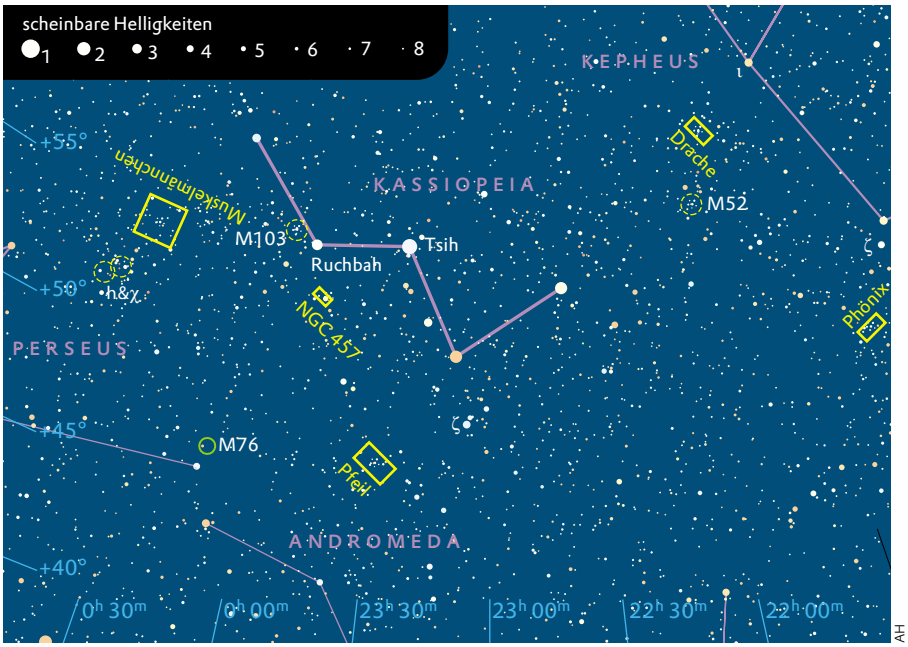
Im Nordwesten des Pfeils liegt Ruchbah (Delta Cassiopeiae, δ Cas). Von dort braucht es nur einen kleinen Schwenk in Richtung Südwesten zu einem kleinen Juwel am Nachthimmel: dem 10×15 Bogenminuten großen offenen Sternhaufen NGC 457. Er wird auch Eulenhaufen genannt. Das Fernglas zeigt die markante Form des Nachtvogels: Die beiden hellsten Sterne kennzeichnen die glühenden Augen, der rundliche mittlere Teil des Haufens den Körper und die zwei Sternketten links und rechts davon die ausgebreiteten Schwingen. So stürzt sich die Eule kopfüber in die Nacht. Die beiden auffällig leuchtenden Sonnen, die das Augenpaar bilden, zeigen einen schönen Farbkontrast: Der östliche Stern leuchtet gelborange, sein Begleiter bläulich weiß. Weitere Bezeichnungen dieses Sternhaufens sind Stick-Man, Dragonfly- und ET-Cluster. Die Deutung bleibt der Fantasie des Betrachters überlassen.

Als letztes Objekt des Abends passt der offene Sternhaufen Stock 2, das Muskelmännchen, wunderbar in die Reihe der Sternmuster. Sie finden diesen Haufen etwas nördlich des bekannten Doppelsternhaufens h und Chi Persei (h & χ Per), fast auf der Verlängerung der Linie von Tsih zu Ruchbah. Auf Grund des großen scheinbaren Durchmessers von fast eineinhalb Grad ist ein Fernglas das ideale Beobachtungsgerät. Die etwa siebzig sichtbaren Sterne machen es aber zunächst nicht einfach, die Figur zu erkennen. Versuchen Sie ein auf der Seite liegendes Männchen auszumachen, das – einem Bodybuilder gleich – die Arme nach oben reckt. Konzentrieren Sie sich dabei auf die hellsten Sterne des Haufens.

Haben Sie jetzt Lust auf weitere Sternmuster bekommen? In der Literatur werden viele Asterismen beschrieben, die einfach aufzufinden sind. Zum Nachschlagen sind zum Beispiel der Uranometria-Atlas und die Bücher »Star Clusters« von Brent A. Archinal und Steven J. Hynes sowie »Touring the Universe through Binoculars« von Philip S. Harrington geeignet. Sie können natürlich auch auf eigene Entdeckungstour gehen. Das eine oder andere Highlight am Nachthimmel ist bestimmt dabei. Es bleibt Ihrer Fantasie überlassen diese zu entdecken! <<

Lambert Spix endeckt immer wieder Interessantes am Nachthimmel.

Hoch im Norden liegen die fünf Asterismen, die sich von Kassiopeia aus leicht finden lassen.



Movie-Stars

Mit Ihrem Camcorder können Sie auch Sonne, Mond und Planeten filmen – mit überraschend guten Ergebnissen.

>> Thomas A. Dobbins

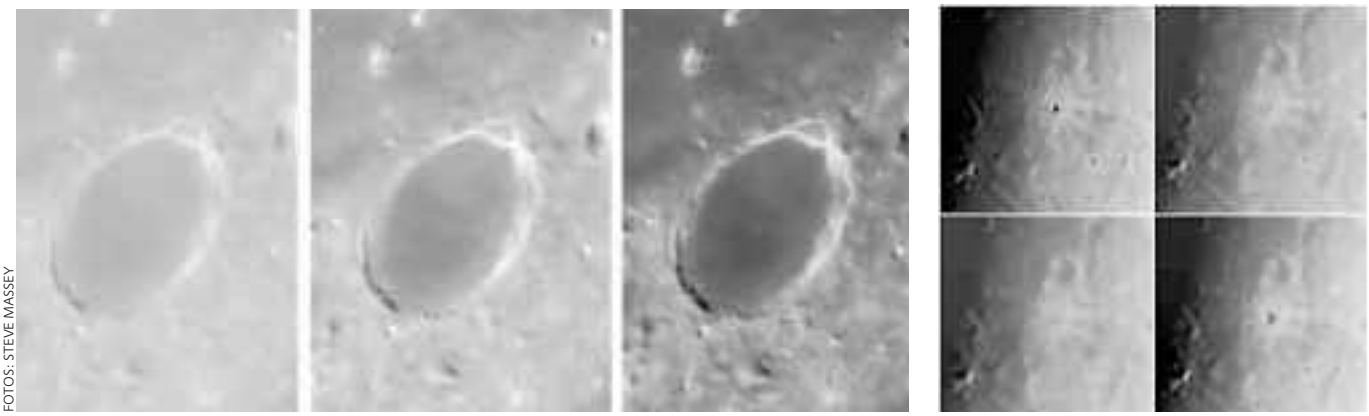
Seit die Menschen den Sternhimmel betrachten, halten sie das Gesehene fest. Dabei verwendeten sie die verschiedensten Medien, von glatten Felsoberflächen bis hin zu Skizzenbüchern. Im späten 19. Jahrhundert revolutionierten Fotoapparate die astronomischen Aufzeichnungen. Ein Jahrhundert lang war die Fotokamera das wichtigste Medium.

Sie werden es vielleicht nicht glauben, aber wenn es darum geht, Sonne, Mond und Planeten festzuhalten, gibt es heute kein besseres Mittel als handelsübliche Videokameras. Keine statische Zeichnung und kein Foto kann den lebendigen Eindruck bewegter Bilder vermitteln. Der Amateurastronom Richard Berry, einer der Pioniere auf dem Gebiet der elektronischen Astroaufnahmen, bringt es auf den Punkt: »Wenn man sich ein Video ansieht, entspricht das nicht dem tatsächlichen Erlebnis, aber es kommt ihm sehr nahe. Auch wenn es unmöglich ist, die Wirkung eines Livevideos zu Papier zu bringen, ist es wunderschön, den Mond, die Planeten oder die Sonne auf dem Fernsehschirm genau so prächtig zu sehen wie durch ein Okular mit hoher Vergrößerung.«

Jede Minute eines Videos enthält 1500 Einzelbilder. Kein Fotograf kann so schnell so viele Bilder aufnehmen. Außerdem können Sie das Ergebnis sofort am Monitor kontrollieren.

C.M. UTTER

Astrovideos zu erstellen ist leicht. Halten Sie dazu einfach Ihren Camcorder an das Okular. Sie können die Aufnahme später noch am Computer bearbeiten und optimieren.



FOTOS: STEVE MASSEY

Turbulenzen in der Atmosphäre beeinflussen die Schärfe. Mit kürzeren Belichtungszeiten werden die Bilder dunkler und schärfer. Die drei Aufnahmen links wurden 1/125, 1/250 und 1/500 Sekunde belichtet. Die Luftunruhe ändert sich ständig (rechts). Benutzen Sie deshalb nur die besten Schnappschüsse und verwerfen den Rest.

Der Sensor moderner Camcorder ist eine kleine Siliziumplatte, der CCD-Chip (Charged Coupled Device). Dieses elektronische Bauteil ist wesentlich lichtempfindlicher als die Silbersalzkristalle konventioneller Filme. Während Sie jedoch bei einer Kamera mit mechanischem Verschluss beliebig lang belichten können, begrenzt bei einer Videokamera die Elektronik die Belichtungszeit auf höchstens 1/60 Sekunde. Daher eignet sie sich nur für die hellsten Objekte, also Mond, Planeten und Sonne (Letztere natürlich nur mit geeigneten Filtern). Andererseits beseitigt die kurze Belichtungszeit viele störende Einflüsse der Erdatmosphäre: Mühelos hält ein Film Details fest, die nur während der kurzen Momente geringer Luftunruhe zu sehen sind.

Videofilmer haben deshalb klassischen Fotografen gegenüber einen unschlagbaren Vorteil: Zeit. Ein relativ lichtunempfindlicher, aber feinkörniger Film benötigt etwa zwei bis drei Sekunden, um die farbenprächtigen Bänder des Jupiters festzuhalten. Für den weiter entfernten und dunkleren Saturn steigt die Belichtungszeit auf vier bis acht Sekunden. Wegen der turbulenten Erdatmosphäre darf sie aber eigentlich nur Sekundenbruchteile betragen. Deshalb investieren Berufsastronomen ein Vermögen, um an ihren Teleskopen eine adaptive Optik zum Ausgleich der Luftunruhe einzubauen. Aber mit der Möglichkeit, jede Sekunde 25 einzelne Bilder aufzunehmen und die besten auszuwählen, kann man Videos als »adaptive Optik zum kleinen Preis« benutzen.

Beobachter und klassische Fotografen müssen ständig aufmerksam sein, um die Augenblicke zu nutzen, in denen die Luft zur Ruhe kommt und die feinen Details sichtbar werden, die sonst verborgen bleiben. Videoaufnahmen halten eine ganze Beobachtungsreihe fest – auch die wenigen Momente, in denen das Bild nicht verwaschen ist, sondern absolut scharf.

Am Okular

Anders als bei Spiegelreflexkameras gibt es nur eine Hand voll Camcorder mit Wechselobjektiven, die über einen speziellen Adapter am Teleskop befestigt werden können. Deshalb müssen Sie Geräte mit fest eingebauter Optik afokal einsetzen (AH 5/2005, S. 60). Dazu halten Sie das Objektiv an das Okular. Zuvor muss das Bild im Fernrohr scharf sein, wobei Brillenträger die Fokussierung mit aufgesetzter Brille durchführen müssen. Dann erst stellen Sie das Bild im Camcorder scharf.

Kompliziert? Keine Angst. Den Meisten fällt es nicht schwer, das Teleskop für eine afokale Aufnahme einzustellen, insbesondere seitdem das Ergebnis im Kamerasucher kontrolliert werden kann.

Das größte und hellste Objekt am Nachthimmel ist der Mond. Wahrscheinlich war er auch der erste Himmelskörper, den Sie sich mit Ihrem Fernrohr angesehen hatten. Deshalb eignet er sich auch bestens für den Einstieg in die Videoastronomie. Nachdem Sie Ihre Fähigkeiten ein, zwei Nächte lang verfeinert haben, können Sie Ihr Glück an den Planeten versuchen. Die Phasen der Venus, >

Tipps und Tricks

Die deutschsprachige Internetseite www.videoastronomy.org bietet einen guten Einstieg, einschließlich einiger Hinweise zum Anschluss eines Camcorders an das Teleskop. Literatur speziell zur Videoastronomie mit Camcordern ist selten und befasst sich vor allem mit Webcams (Kasten S. 60). Adapter für den Anschluss an ein Teleskop bieten unter anderem Baader Planetarium (www.baader-planetarium.de), Astroshop.biz (www.astroshop.de) sowie Astrocom (www.astrocom.de). Um in dem sich schnell ändernden Gebiet auf dem Laufenden zu bleiben, können Sie sich bei der E-Mail-Diskussionsgruppe videoastro (groups.yahoo.com/group/videoastro/) kostenlos anmelden oder Internetforen wie Astronomie.de (www.astronomie.de) nutzen. Neben hilfreichen Informationen über Ausrüstung und Technik bieten die Foren auch eine Sammlung ausgezeichneter Videobilder.

C. M. UTTER

STEPHEN KEENE

Konkurrenz für Hubble Für dieses Saturnbild (links) verarbeitete Stephen Keene 1200 Videobilder mit RegiStax. »Nur« 600 Videobilder flossen in das detaillierte Marsbild in der Mitte ein, das den Roten Planeten während der Opposition 2005 zeigt. Das Jupiterbild (rechts) besteht aus 1000 Einzelaufnahmen. Auf der Wolkenoberfläche ist der Schatten des Monds Europa zu sehen.

> das saisonale Anwachsen und Schrumpfen der Polkappen des Mars, die sich ständig verändernden Wolkenbänder des Jupiters und seine vier hellen Galileischen Monde sowie Saturns Ringsystem sind lohnende Ziele.

Selbst mit einer billigen Videokamera werden Ihnen eindrucksvolle Mondaufnahmen durch Ihr Fernrohr gelingen. Die Schatten der Berge, die sich über die Ebenen aus erstarrter Lava erheben, und das Aufblitzen der Kraterränder, sobald das erste Sonnenlicht auf sie fällt, sind nur zwei interessante Motive. Sie erscheinen in der Zeit um Halbmond am auffälligsten, wenn die Schatten auf seiner Oberfläche an der Tag-und-Nacht-Grenze (dem Terminator) deutlich hervortreten. Verwenden Sie das Okular mit der kleinsten Vergrößerung (also der längsten Brennweite). Richten Sie das Fernrohr auf unseren Trabanten und stellen Sie sein Bild im Teleskop scharf.

Nun stellen Sie den Fokus Ihres Camcorders auf unendlich. Schalten Sie den Autofokus aus, andernfalls versucht er möglicherweise ständig die Schärfe zu korrigieren. Platzieren Sie das Gerät dann vorsichtig hinter der Okularlinse, sodass das Objektiv genau über ihrer Mitte steht und das Licht direkt in die Kamera fällt. Lassen Sie dabei etwas Abstand zwischen Okular und Kamera, um das Teleskop nicht zu erschüttern und die Linsen nicht zu verkratzen. Die Aufnahme wird es nicht stören.

Sollte das Bild im Sucher oder Display etwas unscharf sein, stellen Sie die Schärfe am Fernrohr nach, bis die Mondoberfläche deutlich und klar erscheint. Abhängig vom verwendeten Okular am Teleskop und der Kameralinse ist im Sucher eventuell ein diffuser, dunkler Ring um den hellen Mond zu sehen. Sie erhalten ein formatfüllendes Bild, indem Sie die Brennweite der Kamera anpassen, bis der Effekt – die Vignettierung – verschwindet. Mit einem Zoomobjektiv an der Kamera lässt sich auch einfach die Vergrößerung steigern, ohne das Okular zu wechseln.

Der richtige Zoom

Falls Ihr Modell einen digitalen Zoom besitzt, ignorieren Sie ihn. Durch dieses zweifelhafte Feature erzeugt man nur große Bilder mit niedriger realer Auflösung, weil die Kamera die Aufnahme lediglich hochrechnet – genau wie die Funktion »Größe verändern« in Ihrem Bildbearbeitungsprogramm. Zusammen mit Okularen mittlerer Brennweite (15 bis 25 Millimeter) können Sie mit dem optischen Zoom der meisten Camcorder bei afokalen Aufnahmen ausreichend vergrößern.

Je höher die Vergrößerung ist, desto dunkler wird das Bild. Deshalb experimentieren Sie mit der Brennweite der Kamera und den Belichtungszeiten, bis Sie einen akzeptablen Kompromiss zwischen Vergrößerung und Bildhelligkeit finden. Technisch gesehen besitzen blasse Bilder ein kleines (oder niedriges) Signal-zu-Rausch-Verhältnis. Dadurch erscheinen sie oft krisselig – gewöhnlich spricht man auch von »verschneiten« oder »verrauschten« Bildern.

Die Klarheit und Schärfe Ihrer Videoaufnahmen wird nicht nur durch die optische Qualität des Teleskops und die Ruhe der Atmosphäre bestimmt. Ältere VHS- oder Acht-Millimeter-Geräte liefern nur eine horizontale Auflösung von 240 bis 250 Zeilen. S-VHS- und Hi8-Formate bieten mit 400 bis 420 Zeilen eine wesentlich bessere Auflösung. Das moderne und beliebte Digitalvideo (DV) hat 500 Zeilen, High-Definition-Kameras (HD) liefern sogar bis zu 1080 Zeilen.

Nach Ihrer ersten Videosession tut Ihnen möglicherweise der Arm weh, und Sie suchen wahrscheinlich nach einer anderen Möglichkeit, um die Kamera am Okular zu halten. Probieren Sie es einmal mit einem gewöhnlichen Stativ. Bei kleinen Refraktoren auf einer äquatorialen Montierung oder kompakten Teleskopen wie Schmidt-Cassegrains und Maksutow-Cassegrains bewegt sich das Okular mit dem projizierten Bild nur langsam, während das Teleskop dem Sternhimmel folgt.

Bei größeren Linsenfernrohren und Newton-Spiegelteleskopen gibt es allerdings Probleme, wenn der Camcorder auf einem separaten Stativ befestigt ist, da sich hier das Okular während der Drehung des Fernrohrs schneller bewegt. Sie müssen ihn dann öfter neu ausrichten. Es ist deshalb besser, die Kamera am Teleskop zu befestigen und so mitzubewegen. Passende Klemmen können Sie entweder kaufen oder selbst herstellen.

Wenn Sie eine stabile Befestigungsmöglickeit gefunden haben, müssen Sie noch eine weitere Herausforderung meistern. Trotz beachtlicher Fortschritte bei der Miniaturisierung bringen Bandmotor, Sucher und Batterien doch einige Pfunde auf die Waage. Diese Last müs-

sen Sie sorgfältig ausbalancieren. Viele Amateure haben dafür eine praktische Lösung gefunden: Sie bringen mit einem Klettband Fußgelenkgewichte am Teleskop an, wie sie Jogger verwenden. Sie sind in jedem Sportgeschäft erhältlich.

Nachdem alles aufgebaut ist, sollten Sie die Fernbedienung, die bei vielen Geräten vorhanden ist, benutzen. Damit können Sie das Teleobjektiv und die Belichtungszeit einstellen, ohne die Kamera zu berühren und das stark vergrößerte Bild zu verwackeln.

Um einen Abzug zu machen, denken Sie vielleicht daran, den Standbildmodus während der Wiedergabe auf dem Fernseher zu aktivieren und das hübsche Bild einfach abzufotografieren. Falls Sie keine digitale, sondern eine analoge Videokamera (VHS- oder Hi8-Formate) verwenden, erhalten Sie eine bittere Lektion über die Wirkung elektronischen Rauschens und die Physiologie des menschlichen Sehens.

Bei der Wiedergabe einer Videoaufnahme werden 25 Einzelbilder pro Sekunde gezeigt. Auge und Gehirn formen daraus eine nahtlose Bildfolge. Dabei füllen sie die Lücken zwischen den Bildern aus und mitteln das Rauschen der Einzelbilder weg. So entsteht der Eindruck eines lebendigen, scharfen Films.

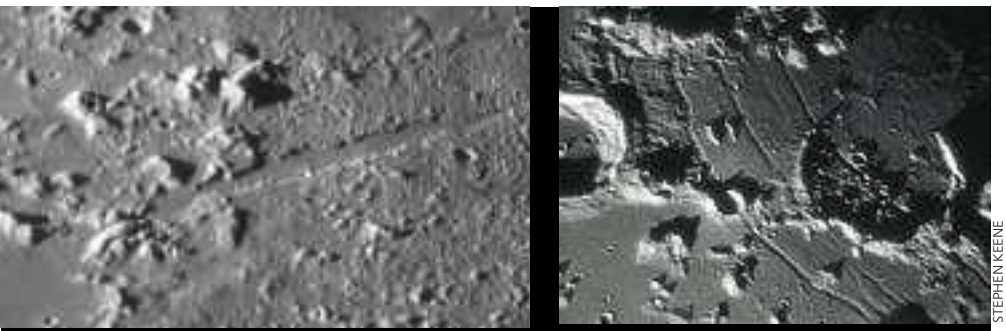
Im Standbildmodus analoger Videos leidet das Bild immer unter dem schlechten Signal-zu-Rausch-Verhältnis und erscheint körnig. Um dem Ganzen die Krone aufzusetzen, werden aufeinander folgende Bilder durch einen weiteren Effekt beeinträchtigt, die Bildwanderung. Das sind kleine, sprunghafte Verschiebungen, die durch die Luftunruhe entstehen. Untersucht man die einzelnen Aufnahmen genau, so zeigen die Planeten Verzerrungen, auch wenn das Bild beim Abspielen ruhig und deutlich erscheint.

Mit DV-Camcordern können Sie einige dieser Probleme vermeiden, denn digitale Videobilder leiden nicht unter dem Unschärfeeffekt analoger Aufnahmen. Dennoch sind sie immer noch von der unruhigen Atmosphäre abhängig.

Nachbearbeitung am Computer

Um das Rauschen und die versetzten Bilder auszumitteln, müssen im Sandwichverfahren Dutzende oder Hunderte der schärfsten Bilder kombiniert werden. Dies war früher eine sehr zeitaufwändige und arbeitsintensive Prozedur. Doch inzwischen gibt es geeignete Computerprogramme, die automatisch die besten Bilder heraussuchen, sie präzise übereinander legen und daraus ein Kompositbild erstellen.

Beliebt ist das Programm RegiStax des niederländischen Amateurastronomen Cor Berrevoets. Zu diesem Freeware-Programm für Windows-PCs (http://registax.astronomy.net) gibt es ein ausgezeichnetes Tutorium. Sehr gut ist auch die kostenlose Software Giotto (www.videoastronomy.org), die von Georg Dittié aus Bonn entwickelt wird und vor allem in Deutschland weit verbreitet ist. Für den Macintosh gibt es Keith Wileys ImageStacker, das ebenfalls als Freeware erhältlich ist(www.cs.unm.edu/~kwiley/software/keithsAstroImager.html). Eine kommerzielle Alternative ist Robert Stekelenburgs AstroStack (www.astrostack.com, 39 US-Dollar), das auf mehreren Betriebssystemen läuft.



STEPHEN KEENE

Scharfe Bilder vom Mond nahm Stephen Keene in einem Vorort von Columbus, Ohio, auf. Seine Ausrüstung bestand aus einem Sony-Camcorder und einem 13-Zoll-Dobson. Es sind feinste Details des Alpentals (links) und der Hippalus-Rille zu erkennen. Dazu wurden die besten Videobilder mit dem Programm RegiStax zu Kompositbildern verarbeitet.

Wir begrüßen
John Dobson
auf der AME2006 in Villingen-Schwenningen und freuen uns auf seinen Vortrag.
Siehe auch Astronomie Heute 10/2005

Foto: Stefan Seip

We welcome
John Dobson
to the AME2006 and look forward to his lecture.
For further information:
www.johndobson.org

- **Wo?** 78054 VS-Schwenningen, Messegelände
- **Wann?** 16. September 2006

www.astro-messe.de
info@astro-messe.de

ASTRONOMIE HEUTE

PRÄMIERTES WISSEN

Gewinnen Sie einen neuen Leser für ein Jahresabonnement von ASTRONOMIE HEUTE – und sichern Sie sich eine attraktive Dankesprämie nach Ihrer Wahl!

512 MB USB 2.0 Stick

Universalgutschein BestChoice über 30 €, einlösbar bei bis zu 100 Anbietern. Umtausch gegen Bargeld ist ausgeschlossen.

Himmelsset für den Hobbyastronomen mit Sternkartenbuch, Sternführer, drehbarer Sternkarte und Rotlicht-Taschenlampe

Jahresabo spektrum**direkt**. Die tägliche Wissenschaftszeitung im Internet mit über 12000 Archivartikeln und vielen Links

Bestellen können Sie über den Beihefter, unter der Verlagsadresse, per Telefon: 06221 9126-743, per Fax: 06221 9126-751 oder unter:
www.astronomie-heute.de/abo

DENNIS DI CICCO

Den Camcorder in der Hand zu halten, ermüdet. Befestigen Sie ihn auf einem Stativ, um ein ruhiges Bild zu bekommen.

> Doch bevor Sie diese Programme nutzen können, müssen Sie Ihr Video zuerst auf den Computer bringen. Viele Videokameras sind heute mit Ausgängen und Kabeln erhältlich, die die Videodaten an den USB- oder FireWire-Eingang eines Rechners übertragen. Die Filmsoftware speichert dann das Video üblicherweise als AVI- oder QuickTime-Datei, sodass es bearbeitet werden kann.

Sind Sie Besitzer einer älteren analogen Kamera, können Sie eine TV-Karte in Ihrem Computer installieren. Damit können Sie Fernsehsendungen auf Ihrem Monitor ansehen (und je nach Software auch auf der Festplatte aufzeichnen). Viele besitzen Anschlüsse für Videorecorder und andere Videogeräte. Sie wandeln die analogen Signale in digitale Daten um.

Wenn Sie Bilder auf Ihrer Platte haben, beginnt die eigentliche Arbeit: Nach dem Auswählen und Mitteln der besten Bilder können Sie noch Helligkeit, Kontrast, Tonwertkurve und vieles andere einstellen, bis Sie die idealen Werte gefunden haben. Leider gibt es keine allgemein gültigen Einstellungen, die für ein bestimmtes Objekt immer gelten – hier hilft nur Ausprobieren. Seien Sie aber vorsichtig: Zu viel Bildbearbeitung liefert Artefakte, die zwar nach interessanten Details aussehen, aber nicht real sind. Vergessen Sie daher nicht, sich Ihr Ziel auch im Okular anzuschauen und nicht nur auf dem Monitor!

Am Ende erhalten sie ein einzelnes Bild, das Sie auf Ihrem Computer abspeichern, ausdrucken oder für einen Abzug in Ihr örtliches Fotolabor geben können. Ihre Familie und Freunde werden staunen, was für ein guter Planetenfotograf Sie sind. <<

Thomas A. Dobbins interessiert sich außer für Mond und Planeten auch für die Geschichte der Astronomie und den Teleskopbau.

Die Alternative: Webcams

Falls Sie einen Computer oder einen Laptop in der Nähe Ihres Teleskops haben, können sie auch eine Webcam mit einem Teleskopadapter zur Planetenfotografie benutzen. Für einige besonders rauscharme Modelle wie die Philips ToU-Cam (Bild) gibt es fertige Adapter. Welche Kameras aktuell besonders geeignet sind, erfahren Sie in denselben Foren, die im Kasten auf S. 57 erwähnt sind.

Zwei Bücher sind für Webcam-Fotografen besonders erwähnenswert: »Astrofotografie Digital« von Stefan Seip (Kosmos-Verlag, Stuttgart 2006) und das »Praxisbuch der Astronomie mit dem PC« von Steffen Brückner (Data-Becker-Verlag, Düsseldorf 2005), die beide der Webcam ein Kapitel widmen.

Es empfiehlt sich auch, einen Blick auf die Literatur zur analogen und zur CCD-Fotografie zu werfen – die optischen Grundlagen gelten auch für Videokameras. Aber auch hier werden Sie keinen Königsweg zu perfekten Bildern finden – Übung macht den Meister.

S&T

Ganz ohne Teleskop

Manchmal ist weniger mehr, wie dieser Beobachtungsbericht von Roby Kieffer aus Luxemburg zeigt. Lediglich mit einer Kompaktkamera bewaffnet konnte er den Kometen Schwassmann-Wachmann finden – was seinen Kollegen mit dem Teleskop nicht glückte. Aber lassen wir ihn selbst zu Wort kommen:

Am Samstagabend, dem 6. Mai 2006, waren meine Lebensgefährtin und ich von drei französischen Kollegen zu einem Beobachtungsabend und einer Materialvorführung eingeladen. Das Wetter war nicht schlecht und die Kollegen aus Malancourt bei Amneville konnten mit einem umfangreichen Instrumentarium aufwarten.

In meinem »Reisegepäck« waren lediglich eine digitale Kompaktkamera, die Gabelmontierung des Meade ETX 90, ein Stativ sowie zahlreiche belegte Brötchen und die dazu passenden Getränke. So bestreitet man zwar keine Materialschlacht, aber man wird satt und zufrieden.

Den ganzen Abend lang hörten wir die französischen Kollegen vom Kometen Schwassmann-Wachmann reden und diskutieren, wo er denn nun sei und ob ihn schon jemand gefunden hätte. Mit 14-Zoll-Dobson, 10-Zoll-Celestron und ähnlich schwerem Gerät wurden die verdächtigen Sternbilder durchforstet … doch nix!

Es war wohl noch zu früh am Abend, und außerdem wurde der Himmel durch die hier ansässigen Stahlwerke im Osten ziemlich rot gefärbt. Abwarten!

Gegen Mitternacht – noch war kein Kollege fündig geworden – richtete ich meine Kompaktkamera, die ich auf der ETX-Montierung befestigt hatte, in den Himmel und versuchte im manuellen Modus herauszufinden, welche Sternlein ich noch sehe. Dies war schnell geschehen und der momentane Standort des Kometen war – dank der Aufsuchkarte von der ASTRONOMIE-HEUTE-Homepage – auch schnell gefunden.

Der Komet musste sich etwa eine Daumenbreite unter Kappa Lyrae befinden. Nun machte ich während einer Viertelstunde alle drei Minuten ein Bild und begutachtete anschließend diese fünf Bilder. In der unteren linken Bildhälfte bemerkte ich einen kleinen »Unterschied«. Ich visierte diese Stelle neu an und machte nun wieder drei Bilder im Fünfminutenintervall, und … hurra, ich hatte ihn!

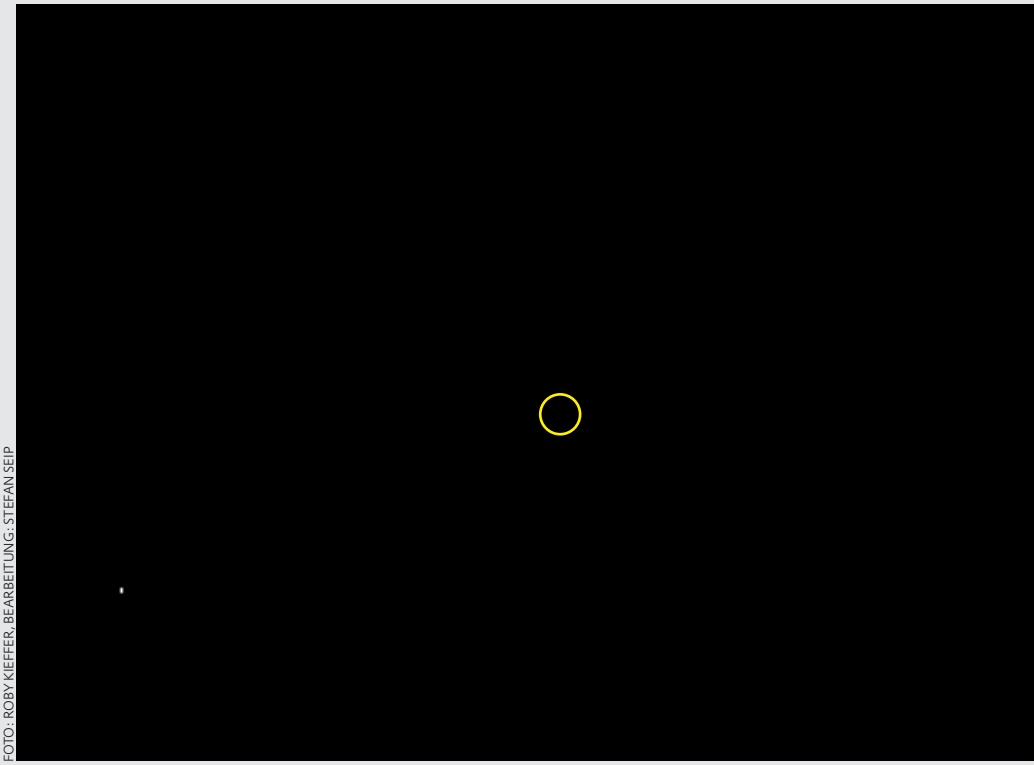


FOTO: ROBY KIEFFER, BEARBEITUNG: STEFAN SEIP

Als unscharfer Stern ist der Komet in der Bildmitte zu erkennen. Damit wirkt er zwar nicht sehr beeindruckend – aber man bedenke, dass das Bild ohne Teleskop entstand!

Es war nicht verwunderlich, dass alle Anwesenden zuerst an einen Scherz glaubten, doch dann drückten sie die Nasen an das Display meiner heiß geliebten DiMAGE Z1 von Minolta und wurden eines Besseren belehrt.

Es ist nicht das erste Mal, dass mir gute Bilder mit dieser Kamera gelingen. Leider wird sie nicht mehr gebaut. Sie hat als Einzige noch einen 3,2-Megapixel-Chip von Minolta. Alle neueren Modelle der Z-Reihe bekamen einen Sony-Chip mit mehr Pixeln. In diesem Fall ist mehr jedoch deutlich weniger. Es sind zwar gute Geräte, doch für Belichtungszeiten über fünf Sekunden im Dunkeln sind sie leider nicht zu gebrauchen. Im Jahr 2004 wurde die Kamera für 480 Euro verkauft, vor vier Monaten noch für 250 Euro. Wenn man Glück hat, kann man noch eine gute alte Z1 finden, doch sicherlich nicht mehr lange, da Minolta anscheinend die gesamte Fotoapparatproduktion eingestellt hat. Schade.

Vielleicht macht dieser Bericht auch anderen Sternfreunden Mut, mit einfacheren Mitteln ihr Glück am Sternhimmel zu probieren – ein Versuch schadet nie! <<

Roby Kieffer hat schon einige Bilder in unseren Glanzlichtern veröffentlicht.

Die Aufnahmedaten:

- digitaler Fotoapparat Konika Minolta DiMAGE Z1 mit 3,2 Megapixeln
- zehnfacher optischer Zoom (vergleichbar mit 380 Millimetern im Kleinbildformat)
- Schwarz-Weiss-Einstellung und manueller Modus
- 400 Asa
- Blende 3,5
- 30 Sekunden Belichtungszeit
- Standort: Malancourt bei Amneville, etwa 15 Kilometer nördlich von Metz; 49° 9′ N, 6° 11′ O

KONICA-MINOLTA

AH, EMDE-GRAFIK

Das Licht der Sonne lässt Pflanzen wachsen und sorgt so für die Nahrung von Tier und Mensch.

Was die Sonne alles kann

>> Cecilia Scorza de Appl

»Du, Lunic, weißt du eigentlich, wie wichtig die Sonne für uns ist?«

»Ja! Ohne sie würden wir erfrieren und könnten im Sommer nicht in der Badehose herumlaufen oder am Strand plantschen.«

»Stimmt, Lunic, es sind die Strahlen der Sonne, die die Erde erwärmen. Aber sie kann noch viel mehr: Ohne sie hättest du morgens kein Müsli zu essen!«

»Wie bitte, Sonja? Was hat die Sonne denn mit meinem Müsli zu tun?«

»Es ist ihre Energie, die die Pflanzen wachsen lässt, Lunic. Und es sind Kühe, die diese Pflanzen fressen und die Milch für dein Müsli geben. Im Grunde verdankst du dein ganzes Frühstück der Sonne! Ihre Energie wird in unserem Körper frei, wenn wir Pflanzen oder Fleisch essen. Und deine Kleider? Die werden aus Baumwolle gemacht, die auch die Sonne zum Wachsen braucht!«

»Oh, darüber habe ich noch nie nachgedacht, Sonja! Aber die Sonne ist bestimmt nicht die einzige Energiequelle für den Menschen. Auf der Erde gibt es ja auch noch Kohle, Erdgas und Öl.«

»Klar, Lunic, aber die Kohle stammt ursprünglich von Bäumen, die vor mehreren Millionen Jahren lebten. Ihr Holz verwandelte sich in der Tiefe der Erde in Kohle! Auch Erdöl ist nichts anderes als abgelagerte Reste von alten Pflanzen und Tieren, die irgendwann einmal das Sonnenlicht zum Leben brauchten.«

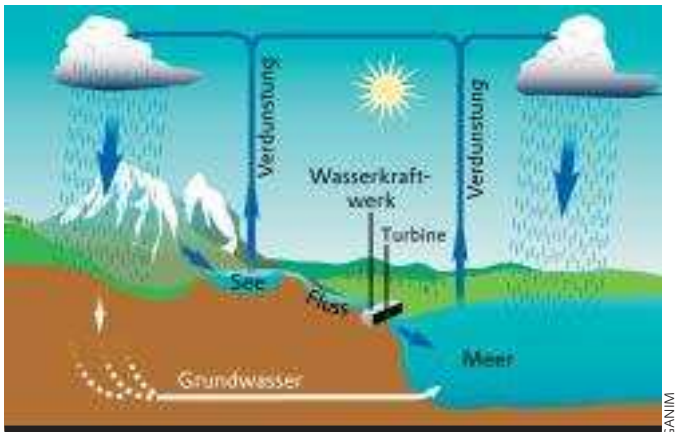
»Aber was ist mit dem Strom aus Wasser- und Windkraftanlagen? Kommt der auch von der Sonne?«

»Nicht direkt, aber Wasser und Luft werden durch die Wärme der Sonne in Bewegung gehalten. Das Wasser im Meer, zum Beispiel, verdampft auf Grund der Sonnenhitze, bildet Wolken und fällt in den Bergen als Regen zu Boden. In den Flüssen strömt dieses Wasser wieder zum Meer zurück. Und auf seinem Weg dorthin

leiten es die Menschen über die Turbinen der Wasserkraftwerke, die daraus Strom erzeugen.«

»Und der Wind, Sonja, weißt du, woher der kommt?«

»Soweit ich weiß, entsteht er durch warme und kalte Luftschichten. Vor allem am Äquator wird die Luft stark erhitzt, weil die Sonnenstrahlen dort ziemlich senkrecht auf den Boden treffen. Heiße Luft ist leichter als kalte Luft und steigt deswegen bis in eine Höhe von ungefähr zehn Kilometern auf, um sich dann nach Norden und Süden auszubreiten. Durch die Erddrehung wird die Luft dann verwirbelt und es entsteht Wind.«



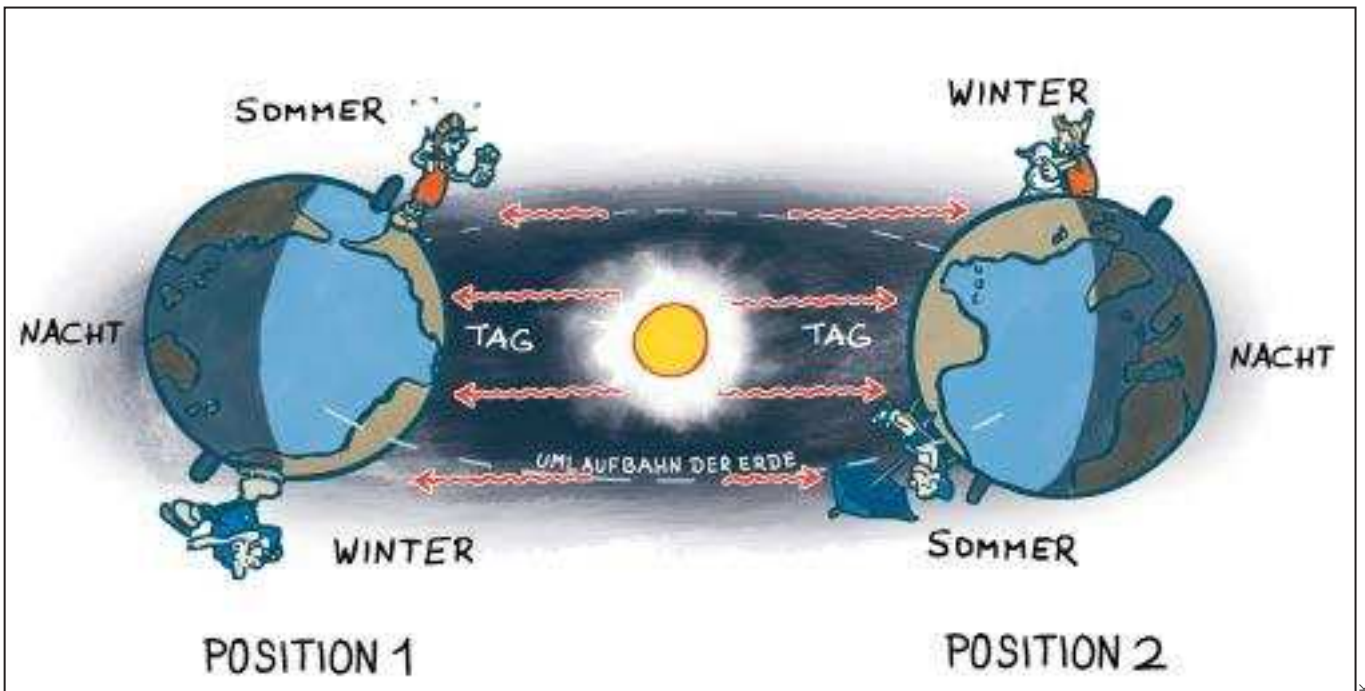
Wasserkreislauf: Aus Wasser kann man Strom gewinnen.

AH, SIGANIM

»Was würde passieren, wenn die Erde sich nicht drehen würde, Sonja?«

»Ich glaube, dann würde die heiße Luft einfach zum Nordpol ziehen, dort absinken und zum Äquator zurückwehen.«

»Vor allem hätten wir dann keinen Tag und keine Nacht. Die Welt wäre ziemlich langweilig! Ohne Sonne gäbe es auch keine Jahreszeiten. Was glaubst du, Sonja? Ist die Erde im Sommer näher an der Sonne oder weiter von ihr entfernt als im Winter?« ›



Die Jahreszeiten entstehen, weil die Erdachse nicht ganz senkrecht steht.

AH, EMDE-GRAFIK

› **»Lass uns ein Modell bauen, um die Jahreszeiten zu verstehen, Lunic**. Schau, die Bahn der Erde um die Sonne ist fast ein Kreis, sie ist nur etwas abgeplattet. Der Abstand der Erde zur Sonne ändert sich während des jährlichen Umlaufs der Erde um die Sonne, aber das ist nicht der Grund für den Wechsel der Jahreszeiten. Der Grund ist, dass die Erde etwas schräg im Weltall steht. Spielen wir das Ganze mal durch (siehe Grafik S. 63 unten). Ich bin in Alaska, nahe dem Nordpol, und du in Argentinien auf der Südseite der Erde. Stell dir vor, dass wir miteinander telefonieren. Wie ist es bei dir in der Position 1, Lunic?«

»Ah, ich friere sehr. Hier in Argentinien ist es Winter und ziemlich kalt, weil die Südhalbkugel von der Sonne weg zeigt. Ich muss mich warm anziehen. Vielleicht gehe ich nachher Schlitten- oder Skifahren. Und bei dir, Sonja?«

»Hier ist es wunderbar warm. Ich gehe gleich ins Schwimmbad und esse gerade ein Eis. Bei mir ist es Sommer. Lass uns in sechs Monaten noch mal telefonieren, wenn die Erde die Position 2 erreicht, Lunic.«

»Ich merke es schon! Jetzt ist hier im Süden Sommer, und ich gehe zum Baden an den Strand. Und bei dir in Alaska?« »Hier ist es jetzt ziemlich kalt. Aber das macht mir gar nichts aus: Ich liebe den Schnee!« ‹‹

Zum Basteln: ein Mini-Sonnen-Backofen

Der Mini-Sonnen-Backofen: Dafür brauchst du ein Stück Pappe, Alufolie und Tesafilm. Erst schneidest du das Stück Pappe rund aus und machst einen Schlitz und einen inneren Kreis. Dann beklebst du es mit Alufolie, formst es zu einem Trichter und klebst es mit Tesafilm zusammen. Steck' jetzt mal deinen Zeigefinger hindurch und halte den Mini-Backofen in die Sonne. Du spürst ganz schnell, wie dein Finger heiß wird!

Lunic heizt mit dem Mini-Sonnen-Backofen seinen Zeigefinger auf, was Sonja komisch findet.

AH, EMDE-GRAFIK

Mit einfachen Mitteln

Sie müssen nicht unbedingt ein Fernrohr kaufen, um an eindrucksvolle Himmelsaufnahmen zu kommen – diese Auswahl zeigt, was schon mit einer Kamera möglich ist.

Lichtverschmutzung I
Dieses 30 Sekunden lang belichtete Bild zeigt Leuchtende Nachtwolken: Die unter dem Horizont stehende Sonne erhellt nachts hohe Wolkenschichten über Bremerhaven.

>> Uwe Müller

Lichtverschmutzung II
Orion hat es schwer, sich gegen die Beleuchtung der Papierfabrik in Schongau durchzusetzen. Auch diese Aufnahme wurde 30 Sekunden lang mit einer Digitalkamera belichtet.

>> Patrick Rosyk

Magische Zeiten

Drei Tage nach der Sommersonnenwende ging die Sonne genau hinter den Spitzen des Kölner Doms unter – zumindest für einige Beobachter.

>> Andreas Stumpe

GLANZLICHTER

Husch, husch!

Während der Belichtung dieser 20-Sekunden-Aufnahme flog ein Iridium-Satellit durch das Blickfeld und hinterließ eine kurze, helle Spur.

>> Lambert Spix

Nach dem Regen

Auch bei schlechtem Wetter lohnt sich der Blick in den Himmel immer wieder. Dieser Regenbogen war am 12. April in Göttingen zu sehen.

>> Detlev Niechoy

Eigenbau

Mondfotos sind nichts Seltenes – außer sie werden von einem 17-Jährigen mit seinem selbst gebauten Teleskop aufgenommen. Weiterhin viel Erfolg!

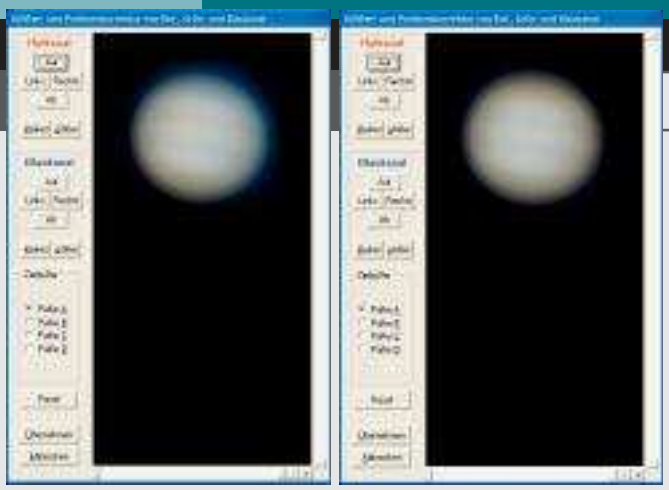
>> Roman Wagner

Machen Sie mit: Wir freuen uns über Ihre »Glanzlichter« – schicken Sie uns Ihre besten Astrofotos!
Aus allen Einsendungen wählen wir einige der schönsten aus und veröffentlichen sie im Heft. (Bitte senden Sie uns hoch aufgelöste JPEG-Bilder, jedoch keine Download-Links, CDs oder Zip-Archive. Geben Sie bitte auch Details über Teleskop, Kamera oder Aufnahmetechnik an. Abzüge und Diapositive können nur zurückgesandt werden, wenn ein frankierter Rückumschlag beiliegt.)

Adresse: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH • Redaktion ASTRONOMIE HEUTE • Stichwort: Glanzlichter
Postfach 10 48 40 • D-69038 Heidelberg • E-Mail: glanzlichter@astronomie-heute.de

Wie Sie Jupiter Details entlocken

PHILIPP JARVERS



BILDBEARBEITUNG: STEFAN SEIP

Der größte Planet in unserem Sonnensystem macht es uns Mitteleuropäern im Moment nicht leicht: Durch seine niedrige Stellung im Tierkreis erreicht er nur eine geringe Höhe über dem Horizont. Das bedeutet, dass das Licht von Jupiter einen langen Weg durch die Erdatmosphäre nehmen muss und scharfe, detailreiche Bilder schwer zu gewinnen sind. Leider verschlechtert sich diese Situation in den kommenden Jahren noch.

Philipp Jarvers aus Freiburg im Breisgau versuchte sein Glück am 19. April 2006 mit einer Webcam im Primärfokus seines Zehn-Zoll-Dobson-Teleskops bei 1250 Millimeter Brennweite. Die größte Schwierigkeit mit einem Dobson ist die Nachführung, da kein Motor die scheinbare Himmelsdrehung ausgleicht. Daher blieb Jarvers nur die Wahl, von Hand »nachzuschubsen« – kein leichtes Unterfangen. Als Resultat entstand eine Videodatei aus insgesamt 142 Einzelbildern. Auf allen Bildern ist der Planet getroffen, kommt aber zeitweise dem Rand des Gesichtsfelds bedenklich nahe.

Zur Aufnahmetechnik möchte ich folgende Verbesserungen vorschlagen:

1. Eine motorisch nachgeführte Montierung hält den Planeten während der Aufnahme in der Bildmitte, wo auch die optische Leistung des Teleskops ihr Maximum erreicht.

2. Mit einer Barlowlinse oder durch Okularprojektion lässt sich die Brennweite des Teleskops auf etwa fünf Meter verlängern. So wird das theoretische Auflösungsvermögen der Optik (0,5 Bogensekunden) in Verbindung mit der Webcam erreicht.

3. Es empfiehlt sich, längere Videos aufzunehmen. Jupiter kann ohne Probleme zwei Minuten lang gefilmt werden, bevor sich die Rotation des Planeten bemerkbar macht. Bei zehn Bildern pro Sekunde sind das 1200 Einzelaufnahmen, aus denen die schärfsten ausgewählt und addiert werden können.

Das vorliegende Video ist korrekt belichtet und zeigt schon in der Rohfassung natürlich wirkende Farben. Das ist eine wichtige Voraussetzung für gute Ergebnisse. Ich verwendete die Freeware Giotto (www.videoastronomy.org), um aus dem Film automatisch die besten Bilder zu selektieren und zu addieren. Dabei musste ich bis zu achtzig Prozent der Aufnahmen verwenden, um ein rauscharmes Ergebnis zu erhalten. Nur rauscharme Summenbilder lassen sich anschließend mit den Schärfungsalgorithmen von Giotto behandeln, ohne dass Artefakte entstehen. Dann werden Details auf dem Planeten sichtbar, die man vorher nicht einmal erahnen konnte.

Während der Aufnahme stand Jupiter nur 17 Grad über dem Horizont. Dadurch kommt eine weitere Problematik ins Spiel: die atmosphärische Refraktion. Die Lufthülle der Erde wirkt wie ein Prisma und fächert das Licht in seine spektralen Bestandteile auf. Der obere Rand des Planetenscheibchens erscheint blau, der untere rot. Auch dagegen ist ein Kraut gewachsen: In Giotto können Sie mit dem Befehl »Bearbeiten/RGB in Lage und Größe korrigieren« den Blau- und Rotkanal pixelweise verschieben, bis die Farbränder verschwunden sind und das Bild wieder farbrein ist.

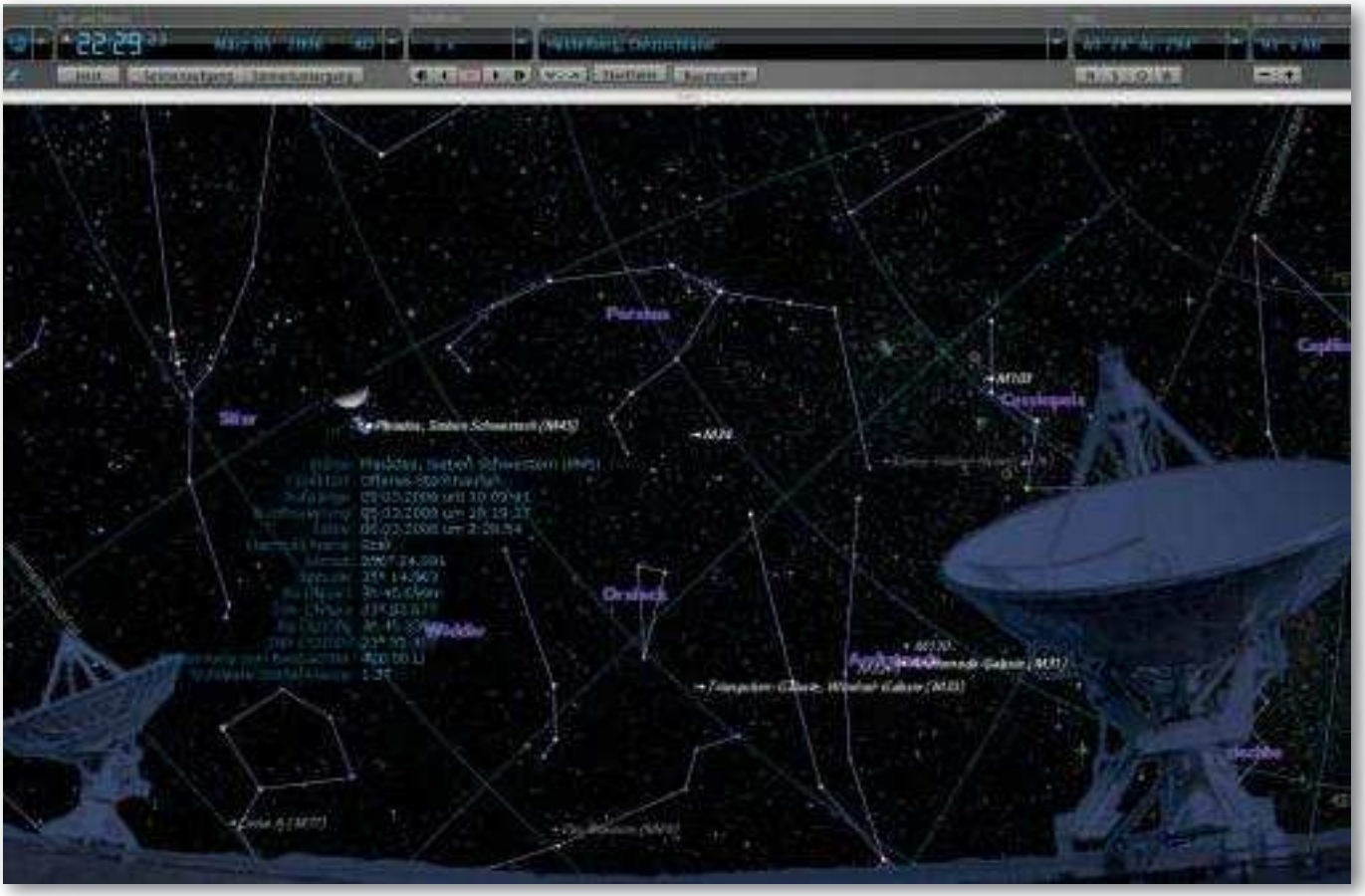
Durch die nachträgliche Bearbeitung in Photoshop ist es mir noch gelungen, den Jupitermond Europa sichtbar zu machen. Philipp Jarvers wünsche ich gutes Seeing für seine nächsten Planetenfotos: Versuchen Sie es ruhig weiter, denn auch ein handnachgeführtes Dobson-Teleskop ist kein unüberwindbares Hindernis. <<

Nur wenige Details sind auf dem Einzelbild des Videos zu erkennen, zudem fällt ein starkes Bildrauschen auf (ganz links). Das geschärfte Summenbild (2. v. l.) zeigt deutlich mehr Details und den Mond Europa. Das Rauschen ist dank der Addition vieler Einzelbilder erheblich reduziert.

Durch die atmosphärische Refraktion treten ein roter (unten) und ein blauer Rand (oben) am Planetenscheibchen deutlich hervor (2. v. r.). Über die Lageverschiebung des Rot- und des Blaukanals können Sie die störenden Farbsäume ausmerzen (ganz rechts).

Fototipps vom Experten

Ein schönes Motiv – doch Ihr Bild ist nicht optimal geworden? Astrofotograf Stefan Seip gibt Ihnen Tipps, wie Ihre Fotos noch besser werden. Schicken Sie uns Ihre bearbeitete Aufnahme und das Rohbild zu!
redaktion@astronomie-heute.de



Himmlisch programmiert

Die neue Version der Planetariumssoftware »Starry Night« verbessert die Darstellung des virtuellen Firmaments dramatisch.

>> David Ratledge

Was müsste eine Planetariumssoftware bieten, damit Sie Ihr gewohntes Programm wechseln? Eine überzeugende Himmelsdarstellung und realistische Horizontpanoramen? Eine Datenbank mit einer Million Galaxien? Oder eine elegante Teleskopsteuerung, die den Ascom-Standard unterstützt?

All diese schönen Funktionen rechtfertigen die Einarbeitungszeit in ein neues Programms meiner Meinung nach noch nicht. Auch wenn sie sehr reizvoll sind, leisten Konkurrenzprodukte oft Ähnliches. Ein Mosaik des gesamten Himmels jedoch, das Objekte bis hinunter zur 15. Größe zeigt – das könnte für mich und viele andere den Ausschlag geben. So dachte wohl auch die Firma Imaginova, als sie all dies in ihre populäre Planetariumssoftware einbaute und das Ergebnis »Starry Night Pro Plus 5« nannte. Der Titel klingt etwas vollmundig, aber immerhin hat er bewirkt, dass mir das Programm auffiel.

Startvorbereitungen

Um die Software zu testen, kaufte ich Starry Night Pro Plus in der Version 5 auf DVD und aktualisierte sie mit der kostenlosen Update-Funktion auf Version 5.7. Die Installation dauerte knapp eine Stunde. Der Hersteller hat so genannte Power-Updates integriert: Das Programm sucht selbstständig im Internet nach Aktualisierungen und installiert diese. Ich halte das für sehr sinnvoll. Leider war bei meinem Versuch der Server von Imaginova jedoch etwa einen Tag lang nicht erreichbar.

Immerhin konnte ich so die Internet-Hotline der Firma testen und war begeistert: Auf meine beiden E-Mail-Anfragen erhielt ich innerhalb von 24 Stunden eine Antwort. Meine einzige Kritik an der Update-Funktion ist, dass sie keinen Hinweis auf die Größe der herunterzuladenden Dateien und die verbleibende Zeit gibt. Die Aktualisierung nahm mit einer Breitband-Verbindung fünf Minuten in Anspruch – mit einer Modem-Verbindung dürfte es unerträglich lange dauern.

Sobald Sie das Programm gestartet und Ihren Beobachtungsort angegeben haben, füllt ein Mosaik des gesamten Himmels den Bildschirm. Anfangs dachte ich, dass der Werbespruch »Die realistischste Planetariumssoftware der Welt« nur eine typische Übertreibung der Mar-

Ein realistischer Himmelsanblick gehört zu den wichtigsten Merkmalen der neuen Version.

ketingabteilung wäre. Nachdem ich allerdings eines der zahlreichen Horizontpanoramen ausgewählt hatte und die Milchstraße darüber aufsteigen sah, war ich von der Darstellung überzeugt. Zuerst betrachtete ich den Sonnenaufgang am 21. Juni über Stonehenge, um dann einen Sprung auf die andere Seite des Globus zu machen, wo ich die Magellanschen Wolken hoch über einem australischen See bewunderte. Diese und viele andere Beobachtungsplätze können Sie mit Starry Night Pro Plus bequem von Ihrem Sessel aus bereisen.

Eine ungewöhnliche Oberfläche

Die Bedienelemente von Starry Night sind ein wenig ungewöhnlich angeordnet, dafür lässt sich die Benutzeroberfläche sehr einfach an Ihren individuellen Geschmack anpassen. Neben den üblichen Pull-down-Menüs am oberen Rand des Bildschirms gibt es seitliche Menüs, die so genannten Sidepanels. Wenn man sie öffnet, reduziert sich die sichtbare Himmelsfläche, dafür hat man leichten Zugriff auf zahlreiche Einstellungen.

Zwar lässt sich das Erscheinungsbild der meisten modernen Programme ebenfalls verändern, aber oft sind die Schaltflächen dafür nur schwer zu finden. Bei Starry Night ist das anders: Hier muss der Benutzer nie rätseln, wo er die Darstellung ändern kann. Einzige Ausnahme hiervon ist die Einstellung der Orientierung, die nur über ein konventionelles Pull-down-Menü zu erreichen ist.

Starry Night bietet elf verschiedene Sidepanels; am häufigsten nutze ich die Funktionen »Suchen«, »Optionen«, »Gesichtsfeld« und »Teleskop«. Erstere macht genau das, was der Name vermuten lässt. Hier kann der Nutzer alles finden – vom Mond bis hin zu entlegenen Deep-Sky-Objekten. Für das Sonnensystem zeigt das Programm die Ergebnisse hierarchisch gegliedert an. Wählt man zum Beispiel Saturn aus, erscheint eine umfassende Liste seiner Monde. Ein Doppelklick auf einen beliebigen Eintrag – und man gleitet sanft über den Himmel zum Ziel.

Für alle Einstellungen gibt es bequeme Auswahlboxen, häufig auch einen Schieberegler, um Variablen wie »Helligkeit« oder »Anzahl« anzupassen. Außerdem ist es möglich, zum Beispiel die Umlaufbahnen der Planetenmonde einzublenden. Deep-Sky-Objekte lassen sich über ihre Katalognummer finden – wenn man sie kennt.

Ich habe Stunden damit verbracht, die verschiedenen Konfigurationsmöglichkeiten zu erkunden. Unter anderem suchte ich ein Horizontpanorama aus. Nachdem ich mir die große Auswahl angesehen hatte, ließ ich mich virtuell auf dem Very Large Array in New Mexico nieder – es bietet eine prächtige Kulisse.

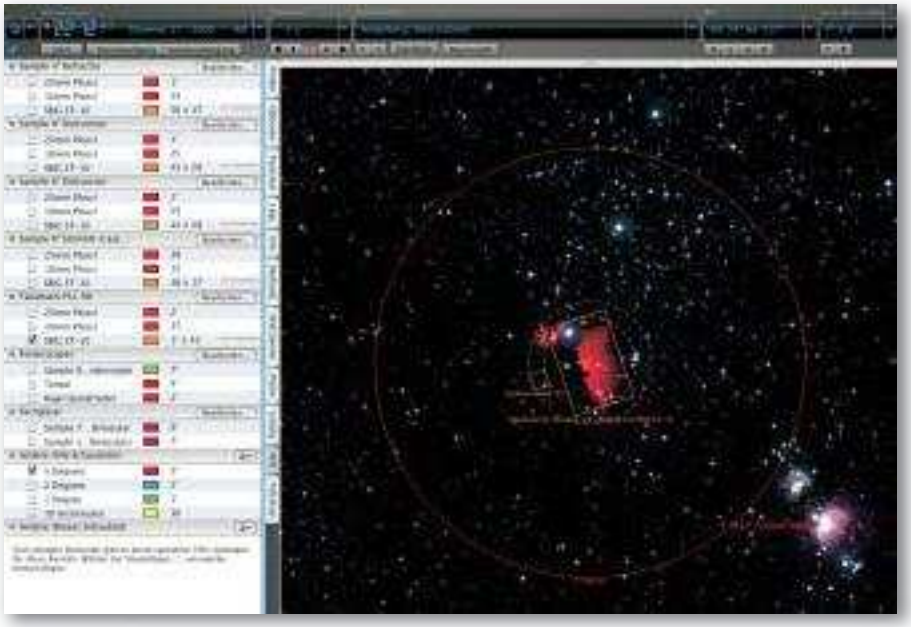
Die Einstellungen für das integrierte Mosaik des gesamten Himmels lassen sich unter »Optionen« ändern. In der Version 5.7 kann man die Helligkeit des Firmaments mit einem einfachen Schieberegler variieren. Besonders gut hat mir die Darstellung der Lichtverschmutzung gefallen. Es wirkt vielleicht seltsam, dass ich auch am virtuellen Himmel nicht auf Streulicht verzichte, aber die Szenerie sieht viel realistischer aus, wenn am Horizont das vertraute Schimmern glimmt. Für Deep-Sky-Objekte gibt es die üblichen Kataloge und es ist problemlos möglich, neben deren Auswahl auch ihre Beschriftung, Größe und Farbe anzupassen.

Starry Night Pro Plus 5

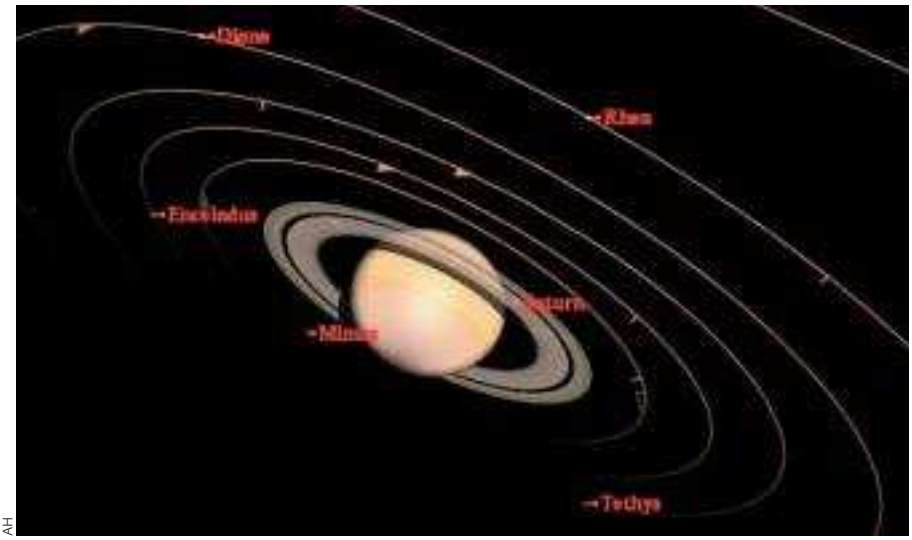
Hersteller: Imaginova Canada
Homepage: www.starrynight.com
Deutscher Vertrieb:
Avanquest Deutschland GmbH,
Skellstr. 6, 81667 München
www.avanquest.de
Preis: 199,95 Euro
Systemvoraussetzungen: Windows XP mit 800-MHz-Prozessor oder Macintosh ab OS 10.3, G4 800-MHz-Prozessor, 256 MB RAM, 3 GB freier Festplattenplatz, OpenGL-Grafikkarte mit mindestens 64 MB VRAM. Internetanschluss wird empfohlen.

Als neue Funktion bietet die Programmversion 5.7 »Nebelkonturen« für diffuse Nebel an, allerdings lassen sich deren Umrandungen und Farben nicht einstellen. Starry Night erstellt zwar auch Sternkarten, aber sie sind noch nicht perfekt. Druckt man etwa mit den voreingestellten Druckoptionen ein Messierobjekt aus, kann es passieren, dass es auf dem Papier gar nicht sichtbar ist.

Das Sidepanel »Gesichtsfeld« bietet Unterstützung für einige Spiegelreflexkameras. Ärgerlich: Die Auswahl enthält nicht die bei Astrofotografen weit verbreitete Canon EOS 300D. Allerdings ist das Nachfolgemodell aufgeführt, die EOS 350D. Damit das Gesichtsfeld richtig dargestellt wird, muss der Benutzer Teleskop, Kamera und Sucher auswählen – wie üblich aus einer Liste, in der die gängigen Modelle enthalten sind. >



Sidepanels erleichtern das Arbeiten ungemein und bieten dem Benutzer eine Vielzahl von Einstellmöglichkeiten.



AH

Dreidimensionale Planeten gehören zu jedem guten Planetariumsprogramm. Pfeile zeigen die Bewegungsrichtung der Monde.

> Sobald man die Einstellungen vorgenommen hat, markiert ein Rahmen das Gesichtsfeld, der immer fest in der Mitte des Bildschirms steht. Der Nutzer muss den Himmel unter diesem Sichtfenster verschieben, statt die Markierung selbst bewegen zu können. Ein Mosaikbild aus CCD-Aufnahmen oder Fotos von digitalen Spiegelreflexkameras zu planen war daher ein wenig knifflig. Hierzu musste ich einen eigenen Rahmen erstellen, da ich nicht auf einen vorgefertigten zurückgreifen konnte.

Das Sidepanel »Teleskop« enthält die Steuerelemente für ein Fernrohr. Unter Windows wird hier der Ascom-Standard verwendet, der im Lieferumfang enthalten ist. Sobald diese Plattform installiert ist, kann man eine Verbindung zu den meisten bekannten Go-to-Teleskopen einrichten und sie vom Computer aus steuern. Ich wollte jedoch einen ausgefalleneren Test durchführen und entschied mich dafür, eine Verbindung zu meiner Vixen Sphinx herzustellen. Aber dazu musste ich zunächst Peter Enzerinks Treiber für diese Montierung von www.enzerink.net/peter/astronomy herunterladen und installieren, da er im Standardumfang des Programms nicht enthalten ist.

Die Sphinx erschien dann in der Teleskopliste von Starry Night, und schon war alles einsatzbereit. Da sie nur eine begrenzte Auswahl von Deep-Sky-Objekten in ihrem Speicher hat, erweitert der Betrieb mit Starry Night die Objektpalette beträchtlich.

Version 5.7 bietet eine hübsche Teleskopsteuerung mit einem sehr praktischen Kommando zum Zentrieren von Objekten im Gesichtsfeld: »Teleskop anstoßen«. Ich hatte zwar noch mit ein paar kleineren Problemen zu kämpfen, die schob ich aber auf die fehlerhafte Software von Vixen.

Ein umfangreiches Paket

Starry Night kann noch viel, viel mehr. Es enthält Kalender, Beobachtungsplaner, Beobachtungslogs ... Überdies ist der Anwender nicht darauf beschränkt, sich den Nachthimmel von der Erde aus anzusehen: Es gibt einige vorgefertigte Szenarien, um den virtuellen Beobachtungsort zwischen die Sterne zu legen.

Das mitgelieferte Begleitbuch richtet sich größtenteils an Einsteiger. Eine DVD enthält Dokumentationen und Animationen. Das Benutzerhandbuch liegt in elektronischer Form vor und umfasst 188 Seiten – wenn man es ausdrucken will, ist das ein ganz schöner Stapel Papier. Einige Funktionen der Software benötigen einen Internetzugang. Wer Starry Night vollständig nutzen will, dem empfehle ich eine schnelle Internetanbindung.

Angesichts des enthaltenen Himmelsmosaiks und des umfangreichen Datenmaterials überrascht es nicht, dass Starry Night hohe Anforderungen an die Hardware stellt, wenn es zur Höchstform auflaufen soll. Ich empfehle einen Zwei-Gigahertz-Prozessor und eine erstklassige Grafikkarte, um Ruckelbewegungen und langsame Reaktionen zu vermeiden. Selbst dann wird es kaum möglich sein, sich wirklich flüssig durchs Himmelsmosaik zu bewegen. Ich habe die Software auf drei PCs mit unterschiedlich großem Grafikspeicher (VRAM) getestet: 32, 64 und 128 Megabyte. Eine der Grafikkarten benötigte neue Treiber, um den OpenGL-Standard nachzurüsten, ansonsten wären viele der herausragenden Funktionen (das Himmelsmosaik, die Horizontpanoramen und die 3-D-Darstellung der Planeten) nicht nutzbar gewesen.

Der PC mit 32 Megabyte VRAM konnte das Mosaik nur in der niedrigsten Qualität darstellen. Mit den empfohlenen 64 Megabyte Grafikspeicher ist eine mittlere Auflösung möglich. Erst bei 128 Megabyte VRAM konnte mein PC die höchste Auflösung anzeigen, laut Handbuch ist das aber auch schon mit 96 Megabyte möglich. Wenn man die Auflösungen vergleicht, sieht man wenig Unterschied zwischen der hohen und mittleren Einstellung, die niedrige ist allerdings enttäuschend schlecht. Ich empfehle daher mindestens 64 Megabyte VRAM sowie OpenGL-Unterstützung.

Starry Night Pro Plus hält, was die Verpackung verspricht. Es ist in erster Linie ein Planetariumsprogramm, an dem sich wirklich wenig verbessern lässt – und für diejenigen, die den Nachthimmel von zu Hause aus erleben möchten, eine gute Wahl. Wer jedoch vor allem Sternkarten erstellen will, ist mit anderen Programmen besser bedient. Ich habe jedenfalls viele schöne Stunden mit dem reinen Bewundern der Aussicht verbracht. Auf einem großen Bildschirm ist sie einfach umwerfend. Am besten läuft das Programm auf leistungsstarker – aber freilich auch teurer – Hardware. <<

David Ratledge musste sich zwingen, das Programm zu beenden, um diesen Testbericht zu schreiben.

Starry Night Pro Plus 5

Was uns gefiel:
> überwältigend realistischer Himmelsanblick
> leicht konfigurierbar

Was uns nicht gefiel:
> gedruckte Sternkarten
> Nebelkonturen nicht anpassbar
> teilweise nicht oder schlecht übersetzt

Sonnige Zeiten

Vom einfachen Blendschutz bis zum H-Alpha-Ansatz reichen die aktuellen Neuheiten.

SuperView-Okulare von Teleskop-Service

>> Fernrohr-Okulare mit Foto-Gewinde bietet die SuperView-Reihe (Foto oben) der Firma Teleskop-Service. Dank hochwertig vergüteter Optiken und geschwärzter Linsenkanten liefern sie sehr gute Bilder. Über eine Rändelschraube können auch Brillenträger den optimalen Augenabstand einstellen.

Eine Stärke der Okularserie ist die Fotografie: Viele Newtons erlauben auf Grund der knappen Fokallage keine Astrofotografie. Sie können die Kamera daher vor allem an kleineren Geräten nicht scharf stellen. Mit den SuperViews fotografieren Sie durch jedes Teleskop und haben ein großes Gesichtsfeld.

Mit dem integrierten Fotogewinde gelingt auch die problemlose Adaption von Fotoapparaten. Sie kommen auf diese Weise extrem nahe an die groß dimensionierte Augenlinse heran. Die Okulare sind für minimale Randabschattung konstruiert. Der Kameraabstand ist dabei variabel.

Die Okulare gibt es als 1¼- oder 2-Zoll-Variante mit Brennweiten zwischen 30 und 42 Millimetern. Sie kosten zwischen 99,– und 129,–€.
www.teleskop-service.de

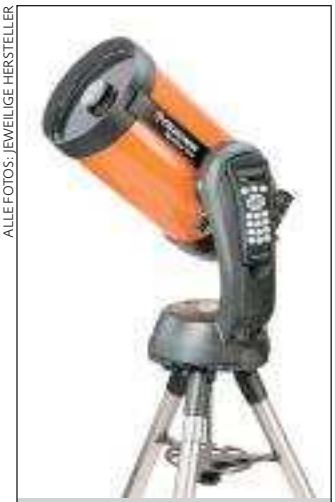
>> Neues Zubehör für den Acht-Zoll-Reise-Dobson (AH 7-8/2005, S. 66) bietet die Firma Hofheim Instruments an. Zur Montage des Gitterrohrtubus auf einer parallaktischen GP-Montierung (oder einem Nachbau) steht ab sofort eine EQ-Montagewiege zur Verfügung (Foto S. 75 oben ganz rechts). Für 88,– € verwandelt sie den Reise-Dobson in ein fototaugliches Teleskop. Das befüllbare Gegengewicht (76,– €) macht es leicht, schwere Gewichte am Okularauszug bis aufs Gramm genau auszugleichen. Erst am Beobachtungsplatz wird das Gewicht in Form von Wasser oder Sand eingefüllt.

Das ebenfalls neue Koma-Korrektor-System liefert für 206,– € bis zum Rand scharfe Bilder. Es ist besonders leicht und funktioniert sowohl mit 2-Zoll- als auch mit 1¼-Zoll-Okularen. Das neue Zubehör passt optisch zum Teleskop.
www.hofheiminstruments.com

>> Ein Blendschutz für die Sonnenbeobachtung ist das SolarMate, das Astrocom anbietet. Dieser Aufsatz ermöglicht es, die Sonne zu beobachten, ohne von ihr geblendet zu werden. Er passt auf alle Teleskoptuben zwischen 75 und 300 Millimeter Durchmesser. Am vorderen Ende des Tubus oder auf der Taukappe befestigt, spendet er einen angenehmen Schatten, in dem Sie entspannt das Optimum aus dem Bild herausholen können. Das SolarMate wird ohne Werkzeug direkt um den Tubus oder um die Taukappe geschnallt – eine einzige Schraube sorgt dafür, dass der Blendschutz richtig passt und fest sitzt. Es ist natürlich kein Ersatz für einen Sonnenfilter. Preis: 31,–€
www.astrocom.de

>> Ein massiver Leuchtpunktsucher aus Ganzmetall ist der RDA von Teleskop-Service. Er bleibt auch bei Stößen justiert und passt in jeden herkömmlichen Sucherschuh. Als Besonderheit hat er vier verschiedene, dimmbare Leuchtmarkierungen, sodass Sie auch schwächere Sterne anvisieren können. Er passt an nahezu alle gängigen Sucherbefestigungen. Der Sucher kostet mit Basis 66,– €, für den Sucherschuh zur Montage auf dem Teleskop sind 17,– € fällig.
www.teleskop-service.de

ALLE FOTOS: JEWEILIGE HERSTELLER



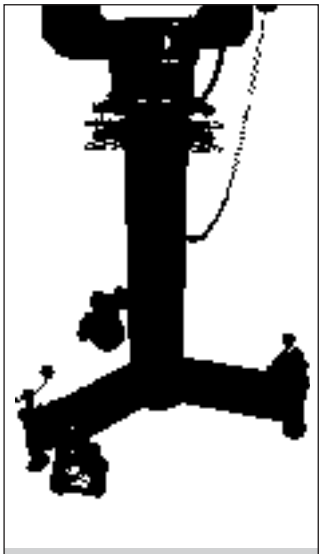
Celestron NexStar 8 SE

H-Alpha-Ansatz Lille-20/20-System

>> Fahrbare Säulenstative für Teleskope bis einhundert Kilogramm baut die Firma Brucker, Sondermodelle tragen sogar bis zu 200 Kilogramm. Die Höhe wird je nach Kundenwunsch ausgelegt, höhenverstellbare Varianten sind in Vorbereitung. Besonders hervorzuheben sind die speziellen Rollen, die sowohl die Fahrstabilität erhöhen als auch gefedert sind: Dadurch wird das Teleskop auf unebenem Grund nicht durchgeschüttelt und kann leicht auf die heimische Terrasse gefahren werden. Eine optionale Nivellierplattform erleichtert den Einsatz von Gabelmontierungen. Die Säulen vertreibt die Firma Fernrohrland. Preis auf Anfrage
www.fernrohrland.de

>> Einen neuen H-Alpha-Ansatz für die Sonnenbeobachtung (Foto S. 74, unten rechts) hat Wolfgang Lille entwickelt. Er besteht objektivseitig aus einem Energieschutzfilter mit IR/AR-Beschichtung und okularseitig aus einer Telezentrik und einem Blockfiltersystem. Da man mit dieser Konstruktion einen nur zwei Zentimeter großen H-Alpha-Filter benötigt, ist das System vergleichsweise günstig. Es ermöglicht die H-Alpha-Beobachtung mit 1¼-Zoll-Okularen und die Fotografie sowohl mit Webcams als auch mit Spiegelreflexkameras. Dabei gibt es nur eine kleine Abschattung in den Bildecken. Da auch größere Teleskopöffnungen verwendet werden können, ist eine hohe Winkelauflösung möglich. Der Ansatz arbeitet mit einem Öffnungsverhältnis von 1 : 30, was durch die Telezentrik erreicht wird. Das Lille-20/20-System kostet ohne Objektivrotfilter 2250,– €, der Preis des zusätzlich notwendigen Rotfilters IR/AR (von 65 bis 150 Millimeter Durchmesser) hängt von der Öffnung ab.
http://mitglied.lycos.de/LilleSonne

>> Die Celestron-NexStar-SE-Teleskope (S. 74, unten links) sind eine neue Reihe von Maksutow- und Schmidt-Cassegrains, die mit klassischen orangefarbenen Tuben ausgeliefert wird. Es handelt sich um kompakte, computergesteuerte Reiseteleskope, die sich über das Sky-Align-Verfahren automatisch einnorden. Die Datenbank der Steuerung enthält fast 40 000 Objekte. Die Geräte sind fototauglich, das Teleskop lässt sich leicht austauschen. Die beiden kleinsten Modelle ermöglichen auch die Steuerung von Digital-Spiegelreflexkameras. Die NexStar SE werden mit vier, fünf, sechs und acht Zoll Öffnung angeboten und kosten zwischen 675,– und 1980,–€.
www.celestron.de

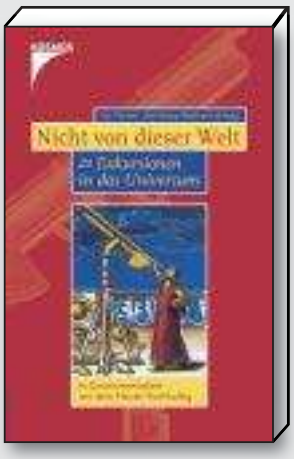


Säulenstativ von Brucker

Hofheim EQ-Montagewiege

Polhöhenwiege NightRider

>> Eine Polhöhenwiege für Dobson-Teleskope stellt Johnsonian Designs mit dem NightRider vor (Foto oben). Er ist in zwei Größen erhältlich und eignet sich für Dobsons von 150 bis 400 Millimeter Öffnung. Neben der einfachen Handhabung besticht er durch die exakte Steuerung, mit der Sie auch bei hohen Vergrößerungen Objekte bis zu einer Stunde lang präzise nachzuführen können. Version 1 für 690,– € wird mit einer Handsteuerung für die Stundenachse geliefert. Version 2 beinhaltet für 1190,– € zusätzlich eine Korrektur der Deklinationsachse sowie einen Anschluss für die vollständige Fernsteuerung.
www.galileo.cc



Utz Thimm, Karl-Heinz Wellmann (Hg.)
Nicht von dieser Welt
21 Exkursionen in das Universum

Kosmos-Verlag
In Zusammenarbeit mit dem Neuen Funkkolleg, Stuttgart 2005
195 Seiten
ISBN 3-440-10554-7
14,95 €

Alle rezensierten Bücher, CD-Roms und DVDs können Sie in unserem Science-Shop bestellen.

Internet: www.science-shop.de
per E-Mail: shop@wissenschaft-online.de
telefonisch: 06221 9126-841
per Fax: 06221 9126-869

Streifzüge mit Bonusmaterial

Zahlreiche bekannte Autoren sind das Erste, was beim Blick in dieses Buch auffällt. Max-Planck-Direktor Günter Hasinger, Nebrascheiben-experte Harald Meller und der amerikanische Astronom Timothy Ferris sind da nur drei Beispiele. Wer weiterliest, findet in »Nicht von dieser Welt – 21 Exkursionen in das Universum« eine Sammlung von Texten sehr unterschiedlicher Art, deren gemeinsamer Nenner die vielen Fassetten der Astronomie sind.

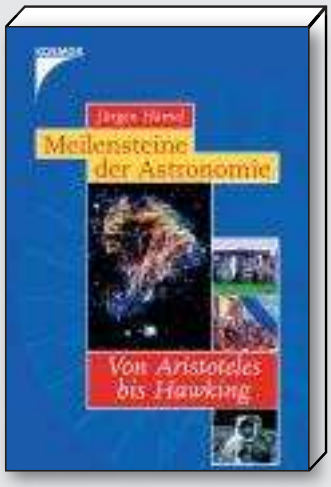
Populärwissenschaftliche Artikel dominieren zwar. Doch daneben findet der Leser unterhaltsame Kurzgeschichten und in Einzelfällen auch etwas tiefer gehende Wissenschaft. Überschriften wie »Aus der Geschichte der Himmelsbeobachtung« oder »Der Aufbruch ins All« sind dabei ein Programm, unter dem sich auch Originalschriften von Autoren wie Johannes Kepler oder Immanuel Kant unterbringen lassen. Die Geschichten greifen jeweils ein Detail auf und gehen dann in die Tiefe.

Als Gesamtbild ergibt sich ein interessantes und abwechslungsreiches Sachbuch. Zu erwähnen bleibt, dass alle Texte schon einmal veröffentlicht wurden. Wer sich jedoch nicht stapelweise durch ganze Zeitschriftenjahrgänge durcharbeiten möchte, wird diese professionell zusammengestellte Auswahl begrüßen.

»Nicht von dieser Welt« ist als Begleitbuch zum Neuen Funkkolleg des Hessischen Rundfunks erschienen, was Sie keinesfalls abschrecken sollte, sondern eher von Vorteil ist. Denn erstens ist das Buch als eigenständige Publikation konzipiert, und zweitens lässt sich der Spieß auch umdrehen, indem Sie die Lektüre mit den zugehörigen Hörfunksendungen bereichern. Die jeweils eine halbe Stunde langen Stücke können Sie im Internet unter www.hr-online.de anhören oder als Mitschnitte auf Kassette beim hr2-Hörertelefon bestellen (Telefon: 069 155-5100).

>> Carolin Konermann

Fesselnde Lektüre



Jürgen Hamel
Meilensteine der Astronomie
Von Aristoteles bis Hawking

Kosmos-Verlag, Stuttgart 2006
301 Seiten
24 Farb- und 58 Schwarz-Weiß-Grafiken und Bilder
ISBN 3-440-10179-7
19,95 €

Bücher über Astronomiegeschichte erscheinen regelmäßig. Meist werden in ihnen nur die Meilensteine der Himmelskunde beschrieben. Jürgen Hamel schafft es mit seinem Buch hingegen, aus der Masse herauszustechen und die Geschichte der Astronomie auf unterhaltsame und spannende Art zu beleuchten.

Astronomie ist eine uralte Disziplin. Bereits in der Steinzeit wussten unsere Vorfahren ihre Toten durch die Ausrichtung der Gräber nach einer bestimmten Himmelsrichtung zu ehren. Himmelskunde und Glaube waren damals eng miteinander verflochten, und es dauerte lange, bis sich die Astronomie als eine eigenständige Wissenschaft herauszubilden begann.

Dieser Entwicklungsweg ist durch astronomische Entdeckungen, die Errichtung von Bauwerken und die Entwicklung von Instrumenten gekennzeichnet. Hamel beschreibt nicht nur den Wechsel der Weltbilder, sondern auch die daran beteiligten Personen. Der Autor beleuchtet ihr Umfeld und stellt die Umstände sowie die Personen vor, die einen nicht weniger wichtigen Beitrag leisteten.

Durch diese umfassende Beschreibung fühlt der Leser sich in die damalige Zeit versetzt und kann so Astronomiegeschichte hautnah erleben.

Hamel schafft es, sein umfangreiches Wissen mit einem kurzweiligen und fesselnden Stil zu koppeln. Dies macht das Buch zu einer empfehlenswerten Lektüre für bewölkte Abende.

>> Stefan Ueberschaer

= bedingt empfehlenswert
= empfehlenswert
= sehr empfehlenswert

Dieter B. Herrmann
Sterne der Traumzeit
Reiseminiaturen

Duden Paetec
Berlin und Frankfurt am Main 2006
150 Seiten mit farbigen Abbildungen
ISBN 3-89818-367-X
15,95 €

Der Astronom als Tourist

Wenn jemand eine Reise tut, so kann er was erzählen«, sagt der Volksmund. Dieser Weisheit gemäß berichtet der Berliner Astronomieprofessor und Buchautor Dieter B. Herrmann in dem Band »Sterne der Traumzeit« von seinen Reisen in mehr oder weniger bekannte Urlaubsregionen. Seiner Profession entsprechend ist der Autor dabei immer auf der Suche nach den Spuren, welche die Astronomie in der jeweiligen Landschaft hinterließ.

Das Buch beginnt erwartungsgemäß mit einer Reise zu den Pyramiden in Ägypten – erwartungsgemäß deshalb, weil sich schon zahllose europäische Gelehrte von den Pyramiden zu den wildesten Spekulationen über die astronomischen Kenntnisse der alten Ägypter hinreißen ließen. Herrmann erzählt von diesen Spekulationen, sammelt eigene Eindrücke vor Ort und befragt seine Kollegen aus der Ägyptologie zu ihrem Kenntnisstand.

Ähnlich verfährt der Autor bei seinem Bericht über die mittelamerikanische Hochkultur der Maya: Zunächst auf den Spuren Erich von Dänikens wandelnd, entlarvt er dessen Fantasien als gegenstandslos, um dann den heutigen Stand der Forschung über die Maya-Astronomie darzustellen.

Nach diesen ersten beiden Ausflügen in die Welt der alten Hochkulturen flacht das astronomische Niveau des Buchs etwas ab. Die Reisen des Touristen Herrmann in die toskanische Heimat eines Galileo Galilei bringen dem Leser keine neuen Erkenntnisse in Sachen Astronomie, dafür aber eine Begegnung mit einer skurrilen Devotionalie: dem Mittelfingerknochen der rechten Hand Galileis als Ausstellungsstück im Institut für Wissenschaftsgeschichte in Florenz.

Zwei weitere Kapitel sind Künstlern gewidmet, wie sie verschiedener nicht sein könnten. Da wäre einmal der »Sternmaler« Vincent van Gogh in Frankreich, und dann die australischen Ureinwohner, deren Schöpfungsmythen von der Traumzeit dem Buch seinen Namen gaben und deren chiffrierte Himmelsdarstellungen eine ganz fremdartige Ästhetik ausstrahlen.

Der letzte Reisebericht in diesem Buch kommt aus der indischen Stadt Jaipur, in der sich ein beeindruckendes Observatorium nach dem Vorbild der Anlage des iranischen Astronomen Ulugh Beg befindet.

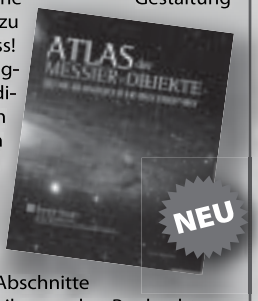
An dieser Stelle wird das Fehlen einer systematischen Bebilderung offensichtlich. Weder zeigt eine Karte, wo sich der Astronomietourist gerade befindet, noch wird die Konstruktion einer komplexen Anlage wie der in Jaipur grafisch vermittelt. Auch die notwendigen himmelsmechanischen Grundlagen setzt der Autor stillschweigend voraus.

Fazit: ein nettes Buch für all diejenigen, die am Ende des Sommers noch nicht genug Reiseberichte gehört haben. »Sterne der Traumzeit« vermittelt persönliche Erlebnisse im Plauderton, in denen die Astronomie nicht immer die erwartete zentrale Rolle spielt. Wer seinen Urlaub noch vor sich hat, mag sich von dieser Lektüre anregen lassen, das Urlaubsziel ganz im Stil Herrmanns zu erkunden.

>> Stefan Taube

Atlas der Messier-Objekte

Eine gelungene Mischung aus Beobachtungshilfe und Bildband. Das großzügige Format und die aufwändige optische Gestaltung machen die Lektüre zu einem echten Genuss! Eine derartig umfangreiche und vollständige Darstellung zu den Messier-Objekten hat es bisher in deutscher Sprache noch nicht gegeben. Die Beschreibung zu den Objekten gliedern sich in die Abschnitte Historie, Astrophysik und Beobachtung. Gleichgültig ob das Interesse eher historisch, theoretisch oder praktisch ausgerichtet ist, kommt jeder mit diesem Buch auf seine Kosten.



€ 59,90

Photoshop Astronomy

Der Autor arbeitet seit fast 10 Jahren mit Photoshop, um seine Astrofotos zu bearbeiten. Die dabei gemachten Erfahrungen hat er in diesem speziell auf die Bedürfnisse des Amateurastronomen zugeschnittenen Buch gesammelt. Die behandelten Themen sind unter anderem: die technische Ausstattung, Farbmanagement, Histogramme, Maskierungstechniken, Addition mehrerer Bilder, Korrektur von Vignettierungen, korrektur von Farbhalos, Deformationen oder überbelichteten Sternen, LRGB und vieles mehr. Auf der beigefügten DVD befinden sich alle im Buch besprochenen und verwendeten Beispielbilder.

€ 39,90

Astronomik UHC-E

Diese neue Variante des UHC-Filters ist eine günstige Ergänzung unseres Angebotes. Gegenüber dem Profi UHC-Filter ist die Halbwertsbreite etwas größer, die Transmission etwas geringer (typisch 94% gegen 98%). Dadurch liefert etwas weniger kontrastreiche Bilder an größeren Fernrohren. Durch seine Eigenschaften können wir den UHC-E-Filter als preiswerte Alternative für Geräte bis 15cm Öffnung empfehlen.

ab € 65,00

astro-shop
Eiffestr. 426 • 20537Hamburg
Telefon 040 / 511 43 48 • FAX 040 / 511 45 94
www.astro-shop.com/ahoi

TV-PROGRAMM

August und September

ALL-Tag
PHOENIX, 22.45 Uhr
Die Thomas-Reiter-Mission
Phoenix begleitet den sechsmonatigen Aufenthalt von Thomas Reiter mit wöchentlich drei Sendungen, jeweils montags, mittwochs und freitags

PHOENIX / NASA

Samstag, 12. August

Thema: Wettlauf zum Mond
PHOENIX, ab 8.15 Uhr
Der Aufbruch ins All (1/4)
Der Wettlauf ins All begann nach dem Zweiten Weltkrieg mit der Jagd nach der V2 und nach dem Team um Wernher von Braun

Der Sputnik-Schock (2/4)
Mit Sputnik begann die Ära der Raumflüge. Die Hündin Laika demonstrierte bald darauf ebenfalls den Vorsprung der Sowjetunion

Der erste Mensch im All (3/4)
Der bemannte Raumflug war ein gefährliches Projekt. Während die USA Risiken scheuten, wagten die Russen den Versuch, einen Menschen ins All zu befördern

Die Apollo-Mission (4/4)
Der Flug zum Mond war eines der größten und ehrgeizigsten Projekte des 20. Jahrhunderts. Die USA feierten mit Apollo 11 ihren Triumph, während die russischen Pläne erst später publik wurden

Montag, 14. August

Durchblick: Raumfahrt
Experten und Weltraumenthusiasten berichten über Raumfahrtprojekte, die bisher noch reine Theorie sind. Dabei verschwimmt die Grenze zwischen Sciencefiction und realer Wissenschaft immer mehr
XXP, 18.15 Uhr

Auswahl aus dem Fernsehangebot zu Themen aus Astronomie und Raumfahrt der kommenden Wochen. Kurzfristige Programmänderungen sind möglich.

Mittwoch, 16. August

Internationale Raumstation – Leben im All
400 Kilometer über der Erde entsteht langsam die ISS. Seit den Apolloflügen zum Mond ist sie das ambitionierteste Projekt der bemannten Raumfahrt. Sie wird von insgesamt 16 Nationen gebaut und soll bis zu sieben Astronauten Platz für Grundlagenforschung in der Schwerelosigkeit bieten
XXP, 20.15 Uhr
Wdh. am 17. 8. um 0.10 Uhr

Abenteuer Wissen: Meister der Extreme
Sind wir allein im Universum? Gab es irgendwann einmal Leben auf dem Mars? Könnte es dort noch heute Leben geben? Die Suche nach Antworten beginnt auf der Erde: mit der Erforschung von Mikroben in besonders lebensfeindlichen Milieus (Bild unten)
ZDF, 22.15 Uhr

ZDF / SYLVIA STRASSER

Sonntag, 20. August

Alpha-Lexikon Meilensteine der Naturwissenschaft und Technik
Max Planck leitete ein Gesetz her, das die Strahlungsvorgänge erklärte und mit der klassischen Physik brach. Die Sendung befasst sich mit dem Forscher und seiner Theorie der Quantenphysik
Bayern Alpha, 9.45 Uhr

Montag, 21. August

Time-Slot-Magazine
Thema unter anderem: Die Erde ist nicht sicher vor Meteoriteneinschlägen. Die Nasa arbeitet deshalb an Abwehrmechanismen gegen eine mögliche Katastrophe
Discovery Channel, 9.15 Uhr

Planet der Pyramiden – Weltweit zu den Göttern
Die Pyramiden in Ägypten ziehen die Menschen seit dem Altertum in ihren Bann. Wurden die Giganten aus Stein tatsächlich »nur« als Grabmäler für Pharaonen errichtet? Neuere Forschungen lassen vermuten, dass sie als Observatorien gedient haben könnten
ZDF, 14.15 Uhr

Deep Impact – Der Schuss in den Kometen
»Deep Impact« ist ein Projekt der Nasa zur Erforschung der Kometen. Die Dokumentation schildert die Arbeit der Wissenschaft-

ler und erläutert, wie im Sommer 2005 die Oberfläche und der Kern des Kometen »Tempel 1« von einer Raumsonde erforscht wurden
Discovery Channel, 20.15 Uhr
Wdh. am 22. 8. um 5.35 und 14.45 Uhr

Mittwoch, 23. August

Alpha Centauri
Wie misst man Entfernungen im All? (1/3)
Harald Lesch geht diesmal der Frage nach, wie man die Distanz zu weit entfernten Himmelskörpern messen kann – ein fundamentales Problem der Astronomie, das schwerer zu lösen ist, als man meint
Bayern Alpha, 22.45 Uhr

Donnerstag, 24. August

Physik: Mechanik (14/15)
Und sie bewegt sich doch
Von den Babyloniern wissen wir, dass sie Sterne als Tierkreiszeichen deuteten. Auch im Alten Testament ist von »Himmelskreisen« die Rede. Im 16. und 17. Jahrhundert war es das Ziel der Astronomen, die Bahnen der Gestirne mathematisch zu beschreiben
SWR, 8.25 Uhr

Sonntag, 27. August

hitec:
Neue Augen für das Universum
Seit einigen Jahren ahnen wir, dass das Universum sehr viel lebendiger ist, als wir es uns bisher vorgestellt haben: Sterne werden geboren und sterben, verschwinden in Schwarzen Löchern oder kollidieren mit schier unvorstellbarer Gewalt. Mit welchen Instrumenten ergründen Wissenschaftler heute die Rätsel des Universums?
3sat, 16.00 Uhr
Wdh. am 28. 8. um 2.10 Uhr und am 1. 9. um 15.00 Uhr

Mittwoch, 30. August

Alpha Centauri
Wandern Planeten?
Diese Folge beschäftigt sich mit der Frage, wie stabil die Bahnen der Planeten sind
Bayern Alpha, 22.45 Uhr
Wdh. am 31.8. um 9.30

EVENTS

16.8.–20.8.: 4. Amateur-Teleskoptreffen Burgwald (ATB). Ort: Hertingshausen, Landkreis Marburg/Biedenkopf. Veranstalter: Astronomie-Gruppe Lahn/Eder e.V. Info und Anmeldung: Manfred Velte, E-Mail: astronomie@onlinehome.de, Internet: www.astronomie-lahn-eder.de

25.8.–27.8. Esop XXV in Leiden, Niederlande. Veranstalter: Iota/ES, Fachgruppe Sternbedeckungen. Information: www.doa-site.nl und www.iota-es.de

8.9.–10.9. BAV-Veränderlichen-Tagung in Heidelberg und Mitgliederversammlung. Beginn der Tagung ist Samstag um 10.00 Uhr, Vorabend-Treffen schon anwesender Teilnehmer am Freitag. Samstag: Fachvortrag und Amateurreferate. Physikgebäude, Albert-Überle-Str. 3–5, Heidelberg. Sonntag BAV-Mitgliederversammlung. Nähere Information: zentrale@bav-astro.de, Werner Braune, Münchener Str. 26–27, 10825 Berlin, Tel. 030 7848453

8.9.–1.10. Anlässlich der 1200-Jahrfeier der Stadt Ingolstadt ist täglich von 10.00 bis 18.00 Uhr in der Exerzierhalle im Klenzepark Ingolstadt die 3-D-Ausstellung des DLR »Das neue Bild vom Nachbarn Mars« zu sehen. Den Festvortrag zur Eröffnung hält Herr Prof. Dr. Jaumann am Donnerstag, den 8. September 2006 um 18.00 Uhr. Außerdem finden am 21. 9. und 28. 9. zwei Fachvorträge über den Mars statt. Weitere Infos über: www.astronomiepark.de oder www.aai-ingolstadt.de

13.9. Anlässlich des Deutschlandbesuchs von John Dobson, dem Erfinder des Dobson-Teleskops, lädt die Firma Fernrohrland ab 15 Uhr in ihre Verkaufsräume in der Max-Planck-Str. 28, 70736 Fellbach ein. Nähere Infos: www.fernrohrland.de

16.9. Astronomietag 2006, siehe Kasten rechts. Zentrale Veranstaltung der Astromesse AME in Villingen-Schwenningen. Treffen Sie dort John Dobson am Spektrum-Stand!

22.9.–24.9. 22. ITT – Internationales Teleskoptreffen in Kärnten. Das ITT findet statt auf der Emberger Alm, 9761 Greifenburg, Österreich. Infos gibts auf der Homepage www.itt-astro.de oder per E-Mail: g.riedl@3dbuero.at. Anmeldung ist nicht notwendig, aber unbedingt Zimmer rechtzeitig reservieren! Zimmerreservierung: +43 4712 796 oder www.alpsat.at. Weitere Infos: info@teleskop-service.de

Auch Ihre Termine können hier kostenlos stehen! Für die Oktober-Ausgabe schicken Sie bis zum 11. September 2006 eine E-Mail an: redaktion@astronomie-heute.de

Astronomietag 2006

Am vierten bundesweiten Astronomietag bieten wieder zahlreiche Sternwarten und astronomische Organisationen ein buntes Programm. Als diesjähriger Termin wurde Samstag, der 16. September ausgewählt. Zu beobachten sind der Mond, die äußeren Planeten Uranus und Neptun sowie die Sommermilchstraße mit ihren zahlreichen Objekten – und tagsüber ist natürlich die Sonne der »Star« (siehe beiliegenden Flyer). Die zentrale VdS-Veranstaltung wird in diesem Jahr im Rahmen der Astronomiemesse AME in Villingen-Schwenningen stattfinden. Ferner ist eine Veranstaltung in Zusammenarbeit mit dem Planetarium Bochum und der Walter-Hohmann-Sternwarte in Essen geplant. Wir hoffen auf einen regen Besuch der vielen lokalen Veranstaltungen – und natürlich auf gutes Wetter! Was bei Ihnen in der Nähe los ist, erfahren Sie unter **www.astronomietag.de**

Wolfgang Steinicke
Schriftführer der VdS

Gewinnen Sie mit ASTRONOMIE HEUTE ein 105-Millimeter-Teleskop! Teil 2

Esa/AH-Gewinnspiel zu Smart-1

1. Was ist der Mond?

E Ein Planet, der die Erde umkreist
A Ein Erdsatellit oder -trabant
O Ein großer Asteroid in Erdnähe

2. Hat der Mond eine Atmosphäre?

P Ja
Q Ja, aber nur sehr dünn
R Nein

3. Wie voluminös ist Europas Raumsonde Smart-1?

I 1 Kubikmeter (etwa wie ein Kühlschrank)
U 10 Kubikmeter
O 20 Kubikmeter

4. Mit welchem Treibstoff arbeitet ihr innovatives Triebwerk?

A Xenon
B Wasserstoff
C Sauerstoff

5. Welche Strecke legt Smart-1 insgesamt zurück?

L 1 Million Kilometer
M 10 Millionen Kilometer
N 100 Millionen Kilometer

6. Wie heißt der Flugleiter von Smart-1?

E Octavio Camino
I Xavier Naboo
Y Jean-Luc Coruscant

7. Wie heißt die Region, in der Smart-1 aufschlägt?

3 Utopia Planitia
4 Aphrodite Terra
5 Lacus Excellentiae

Lösung:

1.–30. Preis: Je ein Esa »Smart-1« Wasserball, aufblasbar, mit faszinierenden Fotos der europäischen Mondsonde. Mehr zur Mission unter www.esa.int/smart1.

Hauptpreis des Superrätsels: »ETX 105«

Vier-Zoll-Reflektor von Meade, www.meade.de

Katadioptrisches Spiegelteleskop der Bauart Maksutow-Cassegrain. Optik UHTC-vergütet. Brennweitenverhältnis f/14. Inklusive Go-to-Computermontierung und Stativ. Gesamtwert zirka 1000 €. Wird verlost unter den richtigen Einsendungen des Superrätsels mit den jeweiligen Lösungsworten aus den Einzelrätseln der Ausgaben Juli/August, September, Oktober und November 2006

Bitte schicken Sie das schwarz umrandete Lösungswort per E-Mail an preisraetsel@astronomie-heute.de oder auf einer Postkarte an Spektrum der Wissenschaft, Stichwort ASTRONOMIE HEUTE 9/2006, Postfach 10 48 40, D-69038 Heidelberg. Einsendeschluss ist der 25. 8. 2006. Zweiter Teil einer vierteiligen Rätselreihe. Das Lösungswort dieses Teils wird nachfolgend für das Lösen des Superrätsels um den Hauptpreis (»ETX 105«) benötigt. Unter den Einsendern der Einzellösung werden weitere Sachpreise gezogen, siehe unten. Bei mehreren richtigen Lösungen entscheidet das Los. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen. Auflösung und Gewinner stehen in der November-Ausgabe, im Handel ab Donnerstag, dem 12. Oktober 2006.

Lösung des Preisrätsels im Juni-Heft:

SOLARIS: bekanntestes Werk des Schriftstellers Stanislaw Lem, zweimal verfilmt

S	O	N	N	E	N	S	E	E
R	Ü	C	K	S	T	O	S	S
A	S	-	S	A	L	L	U	M
	L	A	M	B	D	A		
		A	N	G	A	R	A	
				G	I	A	N	F	A	R
			M	A	K	S	U	T	O	W

Gewinner des Junirätsels:

Hans Joachim Wenzel, Großkrotzenburg;

Dr. med. Gerhard Liersch, Heidenheim;

Ralf Müller, Schülp

Lösung des Superrätsels März–Juni:

MARE: lateinisch für Meere, dunkle Regionen des Monds

N	A	T	R	I	U	M	
	A	T	A	C	A	M	A
S	O	L	A	R	I	S	
		N	E	U	M	O	N	D

Gewinnerin des LXD 55:

Dora Gawlista, Unterschleißheim

Fachhandel für opt.Geräte und Astro-Teleskope
OPTIC MAKARIO
Optische u. feinmechanische Fachwerkstatt
Tel. 02161/173711
Geprüfte, präzise kollimierte Teleskope
Wir reparieren!
Teleskope, Photo-Objektive, Ferngläser, Mikroskope
Umbau CANON EOS 300D, 350D, 20D u. 5D und NIKON D50, D70, D100 u. D1 für den Einsatz in der IR-, Rasht-, und Astrofotografie
Langjähriger Canon Servicetechniker

SATTLEGGERs ALPENHOF EMBERGER ALM
ASTROURLAUB und ASTROKURSE!
Zwei gut ausgestattete Sternwarten (12" + 17,5") auf 1.800m Seehöhe und ein perfekter Sternhimmel erwarten Sie. Die Kurse finden im August und September statt. Nähere Infos auf unserer Homepage.
Sattleggers Alpenhof und Ferniensternwarte
Emberger Alm 2, 9771 Berg/Drautal, Österreich
Tel.: +43/4712/796, Fax: +43/4712/796-6
www.alpsat.at, mail: office@alpsat.at
ITT (Internat. Teleskoptreffen): 22.9. - 24.9.2006 Buchen Sie rechtzeitig!

Astroshop.de
3000 Artikel - alles online!
www.Astroshop.de

Besuchen Sie die Astro-Messe AME 2006: www.astro-messe.de

PRIVATE KLEINANZEIGEN

... mit bis zu fünf Zeilen für Abonnenten von ASTRONOMIE HEUTE kostenlos!

ASTRONOMIE HEUTE-Abonnenten können private Kleinanzeigen mit bis zu fünf Zeilen pro Ausgabe kostenlos schalten. Jede weitere Zeile kostet für Abonnenten 5,–€. Geben Sie bitte bei Einsendung von Kleinanzeigen stets Ihre Kundennummer an. Diese entnehmen Sie Ihrer Rechnung oder dem Adressträgerblatt.

Für Nichtabonnenten gelten folgende Preise:

bis zu drei Zeilen	22,–€
jede weitere Zeile	5,–€

Bitte beachten Sie: Ist der verfügbare Platz in einer Ausgabe vergeben, behält sich die Redaktion das Recht vor, später eintreffende Anzeigen in die nächstverfügbare Ausgabe zu verschieben. Eine Zeile enthält durchschnittlich vierzig Zeichen. Alle Preise zuzüglich gesetzlicher Mehrwertsteuer. Die Grundgebühr pro Anzeige ist bereits eingerechnet. Gleichzeitig erhalten Sie einen Eintrag in unserer Online-Kleinanzeigendatenbank für die Verkaufsdauer des jeweiligen Hefts.

Bitte senden Sie Ihre Kleinanzeige an:
Spektrum der Wissenschaft, Redaktion ASTRONOMIE HEUTE, Slevogtstr. 3–5, D-69126 Heidelberg, Fax: 06221 9126-769, E-Mail: kleinanzeigen@astronomie-heute.de
Der Einsendeschluss ist vier Wochen vor Erscheinen des Hefts.

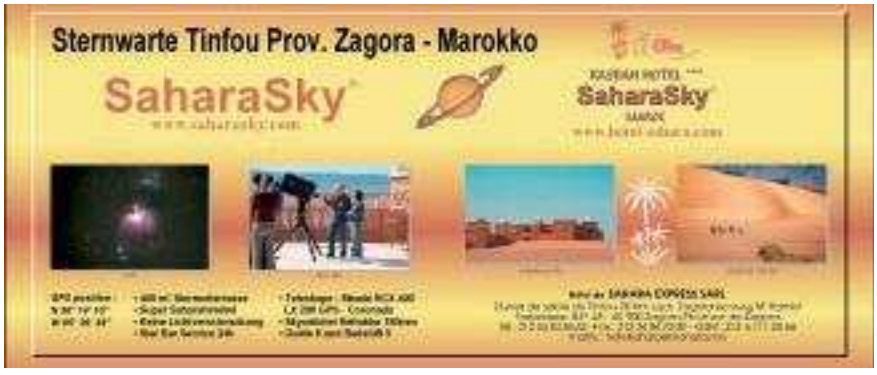
Der Marktplatz rund um die Astronomie Hier finden Sie interessante Angebote, die Ihr Hobby noch spannender machen. Sie wollen hier Ihre Produkte anbieten? Setzen Sie sich mit uns in Verbindung – wir beraten Sie gerne! Erkundigen Sie sich auch nach den günstigen Preisen für eine Kombination von Anzeigen in ASTRONOMIE HEUTE und Sterne und Weltraum!

www.fernrohrland.de
Apochromatische Refraktoren und Okulare von TMB Optical
TMB Teleskope:
3-linsige Apo-Refraktoren der Welt-Spitzenklasse mit nicht zu übertreffender Farbkorrektur. Lieferbare Größen: 80 bis 530mm
Preisklasse von 1.590,-- € bis 250.000,-- €
TMB Okulare:
3-linsige Monozentrische Planeten-Okulare 1 1/4" mit höchstem Kontrastverhalten in den Brennweiten 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16mm Preisklasse von 150,-- € bis 190,-- €
5-linsige TMB/Burges Planetenokulare mit sehr gutem Kontrastverhalten in den Brennweiten 2, 5, 4, 5, 6, 9mm großes Gesichtsfeld 60 Grad, Brillenträger tauglich Je 119,-- €
Wir vermieten Ferngläser, Spektive, Teleskope und Zubehör www.fernrohrland.de
Fernrohrland by PHOTO UNIVERSAL info@fernrohrland.de
Max-Planck-Str. 28 / 70736 Fellbach Tel 0711/95760 -17/ 45 Fax -40
Öffnungszeiten: Mo.-Fr. 8:30-13 Uhr / 14-18 Uhr

Bei uns gibt es pro Jahr über 300 klare Nächte...
...und das sogar tagsüber!
Planetarium Mannheim
Vorführungen täglich außer montags
Wilhelm-Varnholt-Allee 1 (Europaplatz), 68165 Mannheim
Auskünfte & Infos: Tel. 0621–415692
www.planetarium-mannheim.de

Wir holen ihnen die Sterne vom Himmel!
www.planetarium-bochum.de
Castroper Str. 67, 44791 Bochum, Fon: 0234 516060
Ihr Planetarium im Ruhrgebiet
Erfahren Sie Wissenswertes und Aktuelles auf sehr unterhaltsame Weise, sowohl live als auch in unseren multimedialen Shows. Oder träumen Sie zu „Sternenklängen" unter dem Sternenzelt! Im Planetarium Bochum erwartet Sie eine Vielzahl ständig wechselnder Programme, sowohl für Kinder, als auch für die ganze Familie.
Planetarium Bochum

Sternwarte Tinfou Prov. Zagora - Marokko
SaharaSky
SaharaSky



Lesen Sie die Kleinanzeigen auf der nächsten Seite >>

VORSCHAU

NASA

25 Jahre Shuttle

Am 12. April 1981 begann die Ära der (zum größten Teil) wiederverwendbaren Raumschiffe mit dem Start der US-Raumfähre Columbia

Aus urheberrechtlichen Gründen können wir Ihnen die Bilder leider nicht online zeigen.

Wer ist Milton Humason?

Albert Einstein (2. v. r.) kennt jeder. Viele wissen, was Edwin Hubble (2. v. l.) geleistet hat Aber wer ist eigentlich der Herr ganz links?

Tropfen des Wassermanns

Zwischen Pegasus und Steinbock gibt es einige faszinierende Messier-Objekte, wie den Kugelsternhaufen M2

BOB & JANICE FERA

PRIVATE KLEINANZEIGEN

ETX 90 und Sky Watcher Meade ETX 90 EC, Feldstativ, Super-Plössl 26 & 12,4 mm, 2fach-Barlow, Transporttasche, gebraucht, guter Zustand 500,–€. Newton Sky Watcher 8 Zoll, Okulare 10 & 20 mm, 2-Zoll-Adapter, Telradfinder, gebraucht, 350,–€. Tel. 08845 75804, nur Selbstabholer

Astroteile Verkaufe: Newton-Spiegel Durchm. 270 mm, f = 1,5 m, Zerodur; passendes Rohr mit weit. Bauteilen. Astrooptik HA Durchm. 90, f = 1,64 m; passender Sonnenfilter; Okulare f = 8 bis 40 mm; SuW ab 1980; Star Observer ab 1996. Ware einwandfrei, Preise n. Angebot, Tel.: 02620 793

Vixen VMC 200L mit Autostar Go-to-Motor; Alu-Stativ; Okulare LM 20, LM 40, 9, und 5; kaum gebraucht; Bj. 2001; Neupreis: 3300,–€ / VB: 2100,–€. Tel.: 02935 4987

Baader-Sternwartenkuppel Baujahr 2004; 2,1 m Durchm.; NP 5500,–€ / VK 2900,–€ weitere Details auf Anfrage, E-Mail: vertila@t-online.de.

Siberia 150 wirklich günstig. Komplett mit Elektromotor und Fotoaufsatz. Für Selbstabholer € 480. Tel.: / Fax: 08106 30945-1/-2, E-Mail: pepe22@web.de.

8 Zoll Meade SC 2080 komplett, Zustand: neuwertig. Preis 980,–€, Tel.: 06393 993129

Star Observer 2001 Verkaufe den Star Observer 2001 das sind 10 Ausgaben für 10,–€ plus 7,–€ Versand, sind immerhin fast 3 kg. Hefte sind wie neu. Tel.: 0173 2505983; E-Mail: mm.haenisch@online.de

Maksutow-Spiegelteleobjektiv 500 mm; f/5,6; D = 90 mm; f = 500 mm; incl. Tasche u. 3 Objektivfilter M 42×1 Anschl.; selbstgeb. Fokussierhilfe; alles Topzustd. VB: 170,–€. Tel.: 07172 5270

IMPRESSUM

Chefredakteur: Dr. Jakob Staude (v.i.S.d.P.)
Redaktion: Dr. Oliver Dreissigacker (Ltg., Chef vom Dienst), Stephan Fichtner, Dr. Joachim Schüring
Ständige Mitarbeit: Dr. Frank Schubert
Artdirector/Layout: Karsten Kramarczik
Layout: Marc Grove, Claus Schäfer, Sibylle Franz, Anke Heinzelmann
Schlussredaktion: Christina Peiberg (kom. Ltg.), Sigrid Spies, Katharina Werle
Bildredaktion: Alice Krüßmann (Ltg.), Anke Lingg, Gabriela Rabe
Mitarbeit an diesem Heft: Stephanie Hügler, Corinna Karow, Alexander Kerste, Dr. Monika Maintz, Dr. Rainer Riemann, Peter Strub, Dr. Sven Titz, Ralph Wondraschek, Dr. Hans Zekl
Redaktionsassistenz: Britta Feuerstein
Redaktionsanschrift: Postfach 10 48 40, D-69038 Heidelberg, Tel.: 06221 9126-765, Fax: 06221 9126-769, E-Mail: redaktion@astronomie-heute.de
Herstellung: Natalie Schäfer, Tel.: 06221 9126-733
Einzelverkauf: Anke Walter (Ltg.), Tel.: 06221 9126-744
Marketing: Annette Baumbusch (Ltg.), Tel.: 06221 9126-741, E-Mail: service@spektrum.com
Leserservice: Tel.: 06221 9126-743, E-Mail: service@spektrum.com
Geschäftsleitung: Markus Bossle, Thomas Bleck

Verlagsleiter: Dr. Carsten Könneker
Objektleiter Astronomie: Stephan Fichtner
Verlag: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Postfach 10 48 40, D-69038 Heidelberg; Hausanschrift: Slevogtstraße 3–5, D-69126 Heidelberg, Tel.: 06221 9126-600, Fax: 06221 9126-751, Amtsgericht Heidelberg, HRB 338114
Vertrieb und Abonnementverwaltung: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, c/o ZENIT Pressevertrieb GmbH, Postfach 81 06 80, D-70523 Stuttgart, Tel.: 0711 7252-192, Fax: 0711 7252-366, E-Mail: spektrum@zenit-presse.de, Vertretungsberechtigter: Uwe Bronn
Bezugspreise: Einzelheft: € 6,50, Jahresabonnement Inland (10 Ausgaben): € 56,–, Jahresabonnement Ausland: € 61,–, Jahresabonnement ermäßigt Inland (gegen Schüler- oder Studentennachweis): € 50,–, Jahresabonnement ermäßigt Ausland (gegen Schüler- oder Studentennachweis): € 55,–. Zahlung sofort nach Rechnungserhalt. Konto: 22 706 708, Postbank Stuttgart (BLZ 600 100 70).
Die Mitglieder der Vereinigung der Sternfreunde e. V. (VdS) erhalten ASTRONOMIE HEUTE zum gesonderten Mitgliedsbezugspreis.
Anzeigen/Druckunterlagen: VMS Limperg Verlags- & MedienService, Sudetenstraße 16, D-63486 Bruchköbel, Tel.: 06181 729-04, Fax: 06181 729-84, E-Mail: f.limperg@limperg.de
Anzeigenpreise: Zurzeit gilt die Preisliste Nr. 4 vom 1. November 2005.
Gesamtherstellung: Westermann Druck GmbH, D-38104 Braunschweig

Sämtliche Nutzungsrechte an dem vorliegenden Werk liegen bei der Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH. Jegliche Nutzung des Werks, insbesondere die Vervielfältigung, Verbreitung, öffentliche Wiedergabe oder öffentliche Zugänglichmachung, ist ohne die vorherige schriftliche Einwilligung der Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH unzulässig. Jegliche unautorisierte Nutzung des Werks berechtigt die Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH zum Schadensersatz gegen den oder die jeweiligen Nutzer. Bei jeder autorisierten (oder gesetzlich gestatteten) Nutzung des Werks ist die folgende Quellenangabe an branchenüblicher Stelle vorzunehmen: © 2006 (Autor), Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Heidelberg. Jegliche Nutzung ohne die Quellenangabe in der vorstehenden Form berechtigt die Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH zum Schadensersatz gegen den oder die jeweiligen Nutzer. Für unaufgefordert eingesandte Manuskripte und Bücher übernimmt die Redaktion keine Haftung; sie behält sich vor, Leserbriefe zu kürzen.

ISSN 1610-8728, www.astronomie-heute.de

Sky & Telescope (S & T) und Night Sky: New Track Media LLC, 49 Bay State Road, Cambridge, MA 02138-1200, USA; Publisher: Susan B. Lit; Editor in Chief: Richard Tresch Fienberg, Ph.D.; VP of Marketing & Business Development: Marcy L. McCreary. Die Übersichts- und Ausschnittssternkarten von ASTRONOMIE HEUTE wurden mit Software und Designelementen von Roger W. Sinnott und Steven Simpson erstellt.

Wir übernehmen keine Haftung für die Inhalte externer Webseiten. Für den Inhalt der angegebenen Seiten sind ausschließlich deren Betreiber verantwortlich.